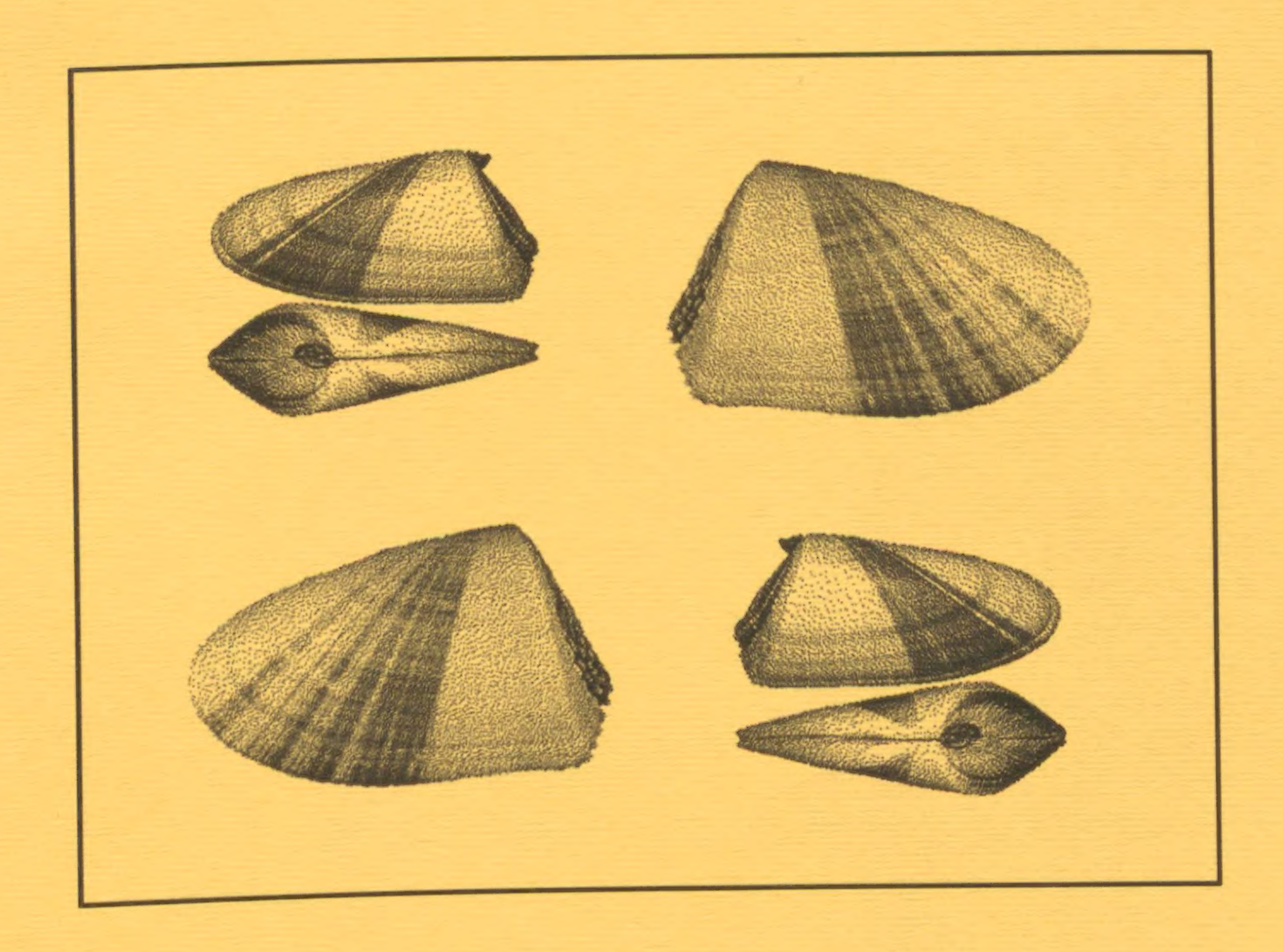
ISSN 0037- 8607

Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay

Volumen 9 N° 93 2010



Montevideo Diciembre 2010 Año 49

SOCIEDAD MALACOLÓGICA DEL URUGUAY

(Fundada el 28 de junio de 1957)

Casilla de Correo N° 1401, C. P. 11.000, Montevideo, Uruguay.
sociedadmalacologicauy@gmail.com *www.smdu.org.uy*

La *Sociedad Malacológica del Uruguay* es una organización que promueve el conocimiento de los moluscos actuales y fósiles, principalmente pertenecientes a la fauna uruguaya y sudamericana, así como el establecimiento e incremento de relaciones con Instituciones o personas, que en Uruguay o en el extranjero, desarrollen actividades similares.

COMUNICACIONES DE LA SOCIEDAD MALACOLÓGICA DEL URUGUAY

ISSN 0037-8607

Publicación anual

Montevideo, Vol. 9, N° 93. Artículos publicados en línea el 28 de diciembre de 2010.

DIAGRAMACIÓN Y ARMADO: Ramiro Pereira–Garbero

Tapa: *Donax hanleyanus* (Philippi, 1847).

Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay es indizada por Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA), Malacological Review, Thomson Reuters - Zoological Record, Directory of Open Access Journals (DOAJ), Latindex y la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (RedALyC).

El año 2010 fue el año internacional de la biodiversidad. De las aproximadamente dos millones de especies descritas, cerca de 90.000 son moluscos, representando éste el segundo grupo animal en riqueza de especies luego de los artrópodos. Las Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay han dado a conocer gran parte de la diversidad de moluscos del Uruguay y de la región. Los últimos listados realizados por Fabrizio Scarabino registran un total de 520 moluscos nativos para Uruguay. Con nuevas investigaciones esos listados comienzan a estar desactualizados; en una estimación conservadora en Uruguay existiría al menos el doble de las especies actualmente listadas. El trabajo por realizar es aún inmenso. Las Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay seguirán acompañando esa labor.

Cristhian Clavijo



Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay
9 (93): 215 – 229. 2010

ISSN 0037- 8607

ARTÍCULO ORIGINAL

ARQUEOMALACOLOGÍA DEL SITIO LA ESMERALDA (ROCHA, URUGUAY)

Eugenia Villarmarzo ♣

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de un conchero del Sitio La Esmeralda (Rocha, Uruguay). Se evalúan los aspectos metodológicos, priorizando las cuestiones relativas a la producción, consumo y descarte de restos de moluscos. El objetivo fue obtener una base de datos de un sitio arqueológico particular para el contraste de modelos arqueológicos sobre sociedades cazadoras-recolectoras del Este de Uruguay ca. 3000 AP. Se presentan resultados en relación a la abundancia de los diferentes taxa, su biometría, estado de preservación, fragmentación y otros indicadores hacia la interpretación de la formación del conchero y la explotación de bivalvos y gasterópodos bentónicos. El conchero contiene evidencias malacológicas de restos de alimentación, de restos formateados y de restos intrusivos.

PALABRAS CLAVE: Arqueomalacología, metodología, concheros, Holoceno medio.

ABSTRACT

Archaeomalacology of the La Esmeralda site (Rocha, Uruguay). This paper presents the results of the analysis of a shell midden of The Esmeralda Site (Rocha, Uruguay). The methodological aspects are evaluated, prioritizing the problems relative to the production and consumption of mollusks and its remains. The aim was to obtain a database of a particular archaeological site to contrast archaeological models on hunter-gatherers societies of Eastern Uruguay about 3000 year BP. Results are presented in relation to the abundance of different taxa, biometry, state of preservation, fragmentation and other indicators to the interpretation of the formation of the midden and the exploitation of benthic bivalves and gastropods. The midden contains evidence of residual food, debris remains and intrusive remains.

KEY WORDS: Archaeomalacology, methodology, Shell middens, middle Holocene.

INTRODUCCIÓN

El tipo de sitio arqueológico más representado en la costa de Uruguay es el sitio superficial[1], siendo escaso el material malacológico descrito, con excepción de *Olivancillaria urceus* perforadas en Cabo Polonio (Colección Oliveras, Bonino 1961, como *O. brasiliana*) y cuchillos de *Amiantis purpurata* en Cerro Buena Vista (López Mazz & Gascue 2001). Si bien la bibliografía existente en relación a la caracterización de materiales arqueológicos provenientes de excavaciones de la costa es escasa (Chagas 1995; López Mazz 1994; López Mazz & Iriarte 2000) y López Mazz (1995) mencionan valvas fracturadas e instrumentos de *A. purpurata*, fragmentos de *Bucinanopus cochlidium* (como *B. lamarki*) y *Pachycymbiola brasiliana* (como *Adelomelon brasiliana*) como también *O. urceus* en Punta La Coronilla. Además, en la Excavación I de Cabo Polonio se reconocieron crustáceos de la especie *Neohelice granulata* (como *Chasmagnatus granulatus*) (López Mazz 1994).

El trabajo de Mañosa (1995) brinda la primera y única información en Uruguay referida al estudio sobre material arqueo-malacológico. En dicho trabajo, de carácter preliminar, se realizó un análisis morfo-tecnológico de bivalvos de Punta La Coronilla, describiéndose en el mismo 25 valvas con modificaciones artificiales debido a golpes en la cara dorsal.

Lo anteriormente mencionado resalta la necesidad de realizar estudios detallados de las arqueofaunas de la prehistoria costera del territorio uruguayo. Implica asimismo incorporar la

[1] Se denomina Sitio superficial a las concentraciones más o menos densas de material arqueológico sobre el sustrato arenoso de la franja costera (dunares e interdunares). Al encontrarse expuestos a la acción de eólicos estos sitios son continuamente cubiertos y expuestos, constituyendo contextos de difícil caracterización.

♣ Laboratorio de Arqueología del Paisaje y Patrimonio, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. evillarm@fhuce.edu.uy

arqueomalacología a las líneas de investigación, reuniendo metodologías de análisis actuales y desarrollando metodologías y técnicas acordes de muestreo. En este marco, cobran relevancia las investigaciones arqueológicas llevadas a cabo en el Sitio La Esmeralda donde se han registrado los únicos concheros de la costa atlántica.

En tal sentido, en este trabajo se presentan los resultados del análisis de materiales arqueo-malacológicos del Sitio La Esmeralda (Rocha, Uruguay). Debe tomarse en consideración, sin embargo, que los datos extraídos de un único conchero deben asumirse como una parte muy pequeña de las ocupaciones de una población. Las valvas de moluscos de un sitio arqueológico representan sólo el alimento procesado en el lugar (Waselkov 1987) pero no necesariamente el total de lo procesado y consumido por el grupo. Desde este punto de vista, la significación económica del Sitio La Esmeralda se encuentra limitada tanto por lo acotado de las dataciones así como por la singularidad del conchero, teniendo en cuenta que no se han localizado otros sitios de este tipo en el Este de Uruguay (Bracco 2000; López Mazz & Villarmarzo 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio La Esmeralda

Se trata de un conchero cuya matriz está compuesta por arena y valvas de berberecho *D. hanleyanus* (López Mazz *et al.* 1996). Se ubica a 350 m de una playa de alta energía (reflectiva-disipativa) formada por un arco de 40 km (entre Punta del Diablo y Punta Palmar) (Figura 1). El área se asocia espacialmente a la Cuenca de la Laguna Negra, de la que se halla a 4 km. El paisaje se caracteriza por presentar grandes campos de dunas que forman "olladas". Actualmente la visibilidad de las estructuras desde la playa es nula.

Las investigaciones en La Esmeralda fueron iniciadas en 1990 centrándose en el diagnóstico del origen cultural de las estructuras de moluscos y en el paleoambiente (Panario & Piñeiro 1993, López Mazz *et al.* 1996, Castiñeira et al. 2010). Las estructuras identificadas fueron datadas en: 3060 ± 90 años 14C (fechado sobre carbón de Estructura A); 3190 ± 80 años 14C (fechado sobre valva, de Estructura B); y 1000 ± 70 años 14C (fechado sobre carbón, de Estructura C) (Bracco 2000:20). Fueron fechados los cordones de progradación de la playa desde el máximo holocénico (*circa* 6000 años 14C, Bracco 2000:18), la que no presenta variaciones significativas respecto a sus características actuales (Bracco & Ures 1999, Bracco 2000). Castiñeira *et al.* (2010) establecieron que este sitio fue ocupado durante las intrusiones marinas 2 y 3 (aproximadamente entre los 3000 y 1000 años AP) y que la línea de costa se ubicaba aproximadamente a 100 m de las estructuras. No están claras aún las vinculaciones de este sitio costero con los sitios de tierra adentro, aunque se establece un vínculo lógico debido a la proximidad espacial a los sitios de Laguna Negra y similitud en los materiales arqueológicos recuperados. El registro del conchero se interpreta como campamento estacional (primavera-verano) de cazadores-recolectores de ciclo anual de movilidad logística estacional (Castiñeira et al. 2010; López Mazz 2001; López Mazz & Villarmarzo 2003; López Mazz *et al.* 2009).



Figura 1. Área de estudio (Depto. Rocha, Uruguay). Sitio arqueológico La Esmeralda (★).

Las investigaciones arqueológicas en La Esmeralda, fueron realizadas en el marco del Proyecto "Cerritos del Litoral Atlántico Uruguayo" (CSIC/FHCE, Dir. J.M. López Mazz) en la Estructura A de 75 x 30 x 0,80 m, orientada Norte-Sur. La Excavación I cubrió una extensión de 6 m^2, y combinó niveles artificiales (N=27) con *decapage* de cada una de las concentraciones de valvas (López Mazz & Villarmarzo 2003).

A nivel macroscópico, el conchero se conforma por la acumulación de valvas de moluscos que presentan una intrincada configuración espacial y una estratigrafía compleja, con superposiciones y entrecruzamientos. Se procuró identificar sub-unidades (concentraciones de conchillas y fogones) en función de las características de las valvas (tamaño, estado, consistencia, textura, disposición, color) y de la matriz de arena.

Durante la última campaña de excavación se tomaron muestras de valvas de los perfiles de las que se obtuvieron tres fechados, 3300 ± 40 años 14C (Capa IV) y 3270 ± 40 años 14C y 3280±40 años 14C (Capa II) (López Mazz *et al.* 2009). Estos fechados estadísticamente no diferenciados, acotan temporalmente la ocupación del sitio, al menos en lo que respecta a las ocupaciones cubiertas por la excavación.

En términos muy generales, el conchero se formó por la explotación de *D. hanleyanus*, reconociéndose también la recolección de otros moluscos, huevos de ñandú (*Rhea americana*) y pesca y caza de mamíferos terrestres y marinos (López Mazz *et al.* 2002; López Mazz & Villarmarzo 2003; Moreno 2005; Brum 2009).

representadas en las Capas II y IV (López Mazz *et al.* 2009). Las diversas ocupaciones del sitio, de periodicidad y duración desconocida, implicaron reutilización de fogones y actividades de mantenimiento (Moreno 2005).

Las interpretaciones acerca de la ocupación humana en La Esmeralda necesitan aún un análisis más detallado del registro arqueológico. Las dos excavaciones llevadas a cabo no cubrieron gran extensión del conchero, apenas 10 m^2 de los 2100 m^2. El análisis del material malacológico trata de generar una base de datos para una comprensión más ajustada de formación de sitio, actividades involucradas y caracterización económica de las ocupaciones. En este sentido, las tareas llevadas a cabo y presentadas en este trabajo, tuvieron como principales objetivos, estudiar el

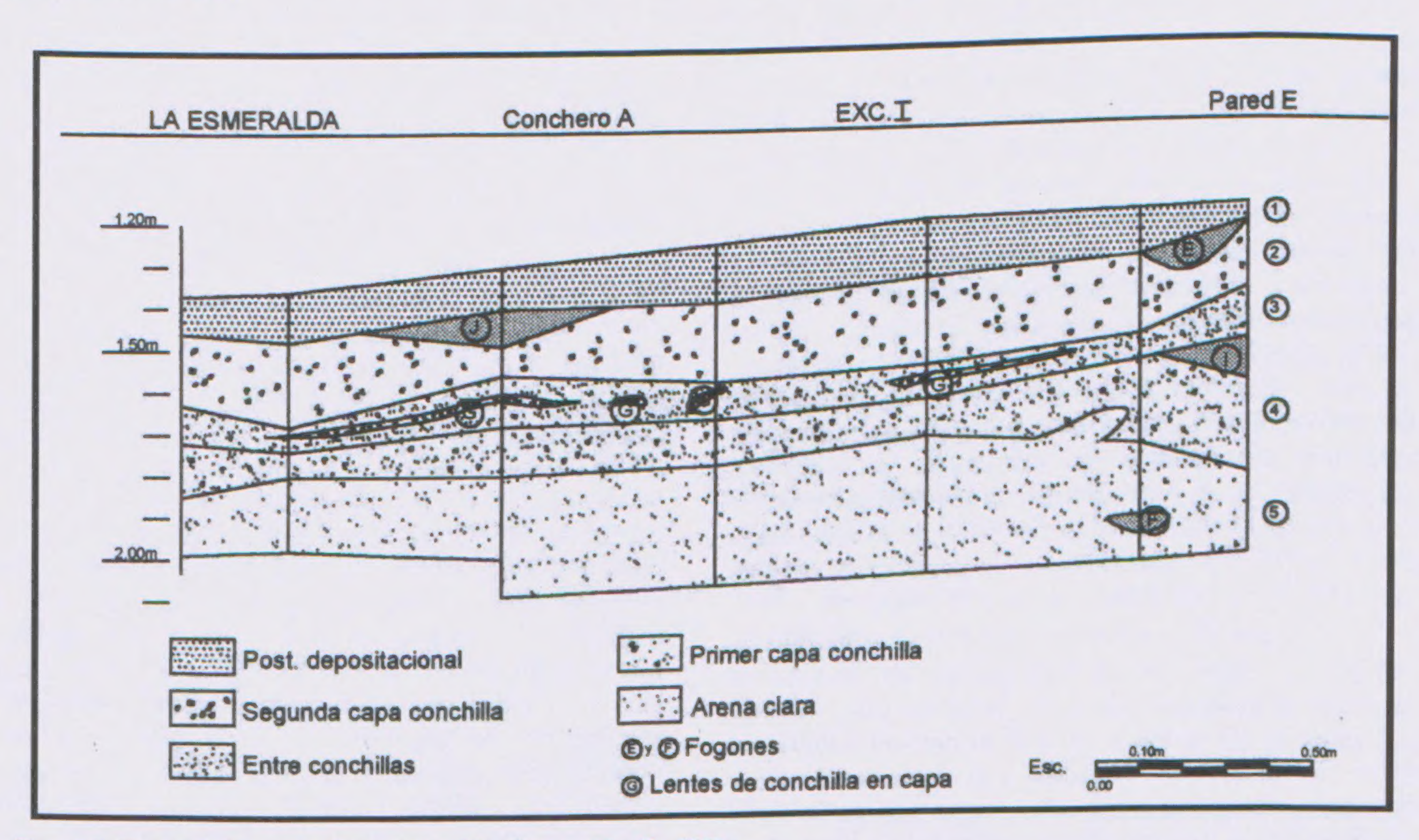


Figura 2. Estratigrafía de la Excavación I La Esmeralda, Perfil Este.

El conchero está compuesto por acumulaciones de valvas de diferente densidad interestratificadas con arena eólica con posible aporte antrópico de arena más gruesa transportado desde la playa junto con el berberecho (Villarmarzo & Dabezies 2004). Las acumulaciones muestran sub-unidades diversas en cuanto a tamaño y densidad. Se interpretan tres grandes eventos de actividad de consumo de moluscos y otros recursos faunísticos, intercalados con periodos de ocupaciones de menor intensidad (López Mazz & Villarmarzo 2003; López Mazz *et al.* 2009) (Figura 2). Los fechados acotan la ocupación total a un breve periodo de tiempo, con dos ocupaciones más intensas

estado de muestras de berberecho *D. hanleyanus*, realizar estimaciones de su retorno nutricional, cuantificar la presencia de otros restos malacológicos (otros bivalvos y gasterópodos) y estimar el peso relativo de cada especie, aportando información sobre la forma de procesamiento, consumo y descarte.

Adquisición de información arqueomalacológica

En el caso de la Excavación I, el material malacológico se recuperó en su totalidad, cribado en malla fina de 2 mm. En laboratorio, y en función de interpretaciones previas (López Mazz & Villarmarzo 2003, Moreno 2005), se utilizó una metodología de

análisis por la Unidad estratigráfica de la *Concentración de conchillas*. Por otro lado, las características del material recuperado no permitieron la realización de muestreo por columnas (Bailey 1975, Meighan 1980, Quitmyer 1985). La toma de muestras regulares (Ford 1992, Stein 1992) también resultaba inadecuada a las características del sitio y heterogeneidad de acumulación estratigráfica *intra* capas.

El concepto de Unidad Mínima de Significación (UMS) como construcción conceptual para caracterizar las sub-unidades discretas de acumulación, permitió un análisis de cada una de ellas con miras a su valoración en términos económicos y de procesos de formación (López Mazz *et al.* 2009).

Del total identificado durante la excavación (62 concentraciones y 20 fogones) se seleccionaron 12 concentraciones de valvas y 4 fogones, que corresponden a una muestra que se pretende representativa de las capas estratigráficas y del área excavada (19%).

El análisis fue realizado a ojo desnudo, con bajos aumentos para los casos de perforaciones y otras alteraciones de origen natural y/o antrópicas. Se realizó en primer lugar la identificación morfológica y taxonómica, tomando la nomenclatura bibliografía actualizada (Clavijo *et al.* 2005; Scarabino 2003a, 2003b, 2004b). La identificación de los restos se realizó en base a Barattini & Ureta (1961) y Klappenbach & Scarabino (1969). Asimismo se realizó una pequeña colección comparativa de referencia la cual está depositada en el Laboratorio de Arqueología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (Montevideo). La determinación de especies se verificó con ayuda de especialistas (ver agradecimientos).

El tamaño de las valvas de *D. hanleyanus* se evaluó a través de la estimación de categorías cualitativas (grandes, medias y pequeñas) y también de la medición cuantitativa con calibre manual (longitud y altura en milímetros) de valvas completas izquierdas y derechas, obteniéndose de esta forma dos parámetros que pueden ser combinados y comparados. Para otros restos se utilizaron las medidas máximas de la concha, entre aquellos individuos que conservaban los elementos diagnósticos necesarios. Estas medidas son: para bivalvos, longitud y altura de la valva y, para gasterópodos, ancho y alto de apertura, altura, y alto de espira. Se estudió la biometría para evaluar, además de temas tafonómicos y de conservación, la selección de recursos, así como la posible intensidad de la explotación de los moluscos.

El estado de preservación de la muestra se evaluó también en función de fragmentación. Para el análisis de fragmentación del *D. hanleyanus* se utilizó la metodología de Voigt (1975), Stein (1992) y Ford (1992) en base al peso de diferentes fracciones, con utilización de una serie de tamices (de 2,2 mm, 6 mm y 15 mm de apertura)[2]. Para los otros bivalvos y gasterópodos la fragmentación se evaluó en función de la relación entre restos completos, restos que presentan caracteres diagnósticos y fragmentos. Esta metodología se aplicó por sobre la cuantificación de las diferentes *categorías de fragmentación* (ver más abajo). Luego, se realizó la estimación de la relación entre las categorías diagnósticas y el número de restos determinados por taxón (NR).

Se registraron también alteraciones culturales (térmicas), utilizándose las categorías: *quemado*, *muy quemado* y *calcinado*. Este ítem sólo evidencia un porcentaje mínimo de la exposición al fuego que pueda haberse producido ya que no es posible observar cambios a nivel macroscópico a menos que las valvas hayan estado expuestas a temperaturas altas y por un período prologado de tiempo (Claassen 1998; Gutiérrez Zugasti 2005)[3]. En el caso de *Donax*, el tiempo de cocción es muy bajo (menor a 5 minutos), lo que en general no deja marcas visibles a ojo desnudo (Villarmarzo 2009).

La cuantificación del número de piezas de los diferentes taxa presentes en la muestra se obtiene a través del NR (número de restos determinados) (Moreno Nuño 1994). Se descartó la utilización de conteo de valvas de berberecho como método de cuantificación de NR y número mínimo de individuos (NMI) ya que debido a la fragmentación el NR duplica la abundancia de con respecto a los gasterópodos al no tomar en cuenta el número de elementos (2) por cada individuo. Por lo tanto, se utilizó un método que permite una estimación rápida de cantidad de individuos y aporte cárnico y mide densidades e intensidades de ocupación (Mason *et al.* 2000). Para esto se elaboró una base de datos experimental, con recolección de berberechos de la playa del sitio, obteniéndose el peso de carne y el peso de las valvas (Villarmarzo 2009). Fueron pesados ejemplares arqueológicos y actuales de idéntico tamaño para minimizar el efecto de pérdidas de peso por disolución química de las conchillas. Se calculó una pérdida mínima de peso para la muestra arqueológica de la Excavación I de La Esmeralda de 5,5%.

El resto del material malacológico fue pesado para calcular las abundancias relativas de los diferentes

[2] Para la medición se utilizó una balanza de péndulo de precisión 0,001.

[3] Cabe aclarar además, que el calcinado puede resultar también por exposición solar prolongada (Behrenmeyer 1978) cuestión que deberá ser explorada en investigaciones futuras.

taxa y también fue analizado por fragmentos. Para la cuantificación de NR y cálculo de NMI se utilizó el método en base a *categorías de fragmentación* (Moreno Nuño 1994, Gutiérrez-Zugasti 2005) con empleo de nuevas categorías.

Las categorías de fragmentación para bivalvos (modificado de Gutiérrez-Zugasti 2005) fueron las siguientes: Valva completa (VCOM), Valva fragmentada (VFRA), Fragmento Charnelar Completo (FCHC), Fragmento Charnelar Anterior (FCHA) y Fragmento Charnelar Posterior (FCHP), Fragmentos (FTOS), y Fragmentos Naturales [FTOS(NAT)]. Las categorías de fragmentación para gasterópodos (modificado de Gutiérrez-Zugasti 2005) son las siguientes: Individuo Completo (ICOM), Individuo Fragmentado (IFRA), Fragmento Apical-Umbilical (FAPIUMB), Fragmento Apical (FAPI), Fragmento Apical Incompleto [FAPI(I)], Fragmento de Estoma (FEST), Fragmento Umbilical (FUMB), Fragmentos (FTOS), y Fragmentos Naturales [FTOS(NAT)]. Teniendo en cuenta lo anterior, el NMI para bivalvos se estima a través de:

NMI Bivalvo = VCOM + VFRA + FCHC + (FCHA ó FCHP)

donde se debe optar por el valor más alto de la suma de los restos de las categorías FCHA ó FCHP. El cálculo se realiza tomando por separado la suma de las valvas derechas e izquierdas, optando por el número más alto.

Para los gasterópodos, se suman todos los restos adjudicados a las categorías ICOM, IFRA y FAPIUMB, y luego el valor que sea más alto entre todos los FAPI ó la suma de los FEST y FUMB. El NMI para este grupo se determina a través de la siguiente fórmula:

NMI Gasterópodo = ICOM + IFRA + FAPIUMB + [(FAPI + FAPI(I)) ó (FEST + FUMB)]

donde se debe el valor mas alto entre todos los FAPI ó la suma de los FEST y FUMB.

Por otra parte, los únicos fragmentos que se remontaron fueron los de *A. purpurata*, *Tivela zonaria* y otros fragmentos de bivalvos sin identificar. El objetivo de los remontajes es ayudar a la reconstrucción de la formación de sitio y a la interpretación tafonómica de los restos. Se trata de identificar los movimientos de los materiales posteriores a su fragmentación o intrusión de materiales.

Se establecieron también Grupos tafonómicos (Gautier 1987), conjunto que "*engloba a todos aquellos restos animales que han seguido historias tafonómicas comparables desde el momento de su muerte hasta su recuperación.*" (Moreno Nuño 1994: 66) Un grupo se establece a través de definición de causas de presencia de un taxón en un sitio (Gutiérrez-Zugasti 2005).

RESULTADOS

Estimación de abundancia de los diferentes taxa: NR y cálculo de NMI

El material malacológico de la muestra tiene una resolución de identificación alta (61%) siendo mayor para los gasterópodos (70%) que para los bivalvos (58%). Por otro lado, el 26% de los restos de bivalvos fueron identificados como fragmentos naturales (fragmentos muy rodados en contextos desplazados) siendo esta la categoría más representada.

La malacofauna identificada está representada por los bivalvos *Donax hanleyanus* (Philippi, 1847), *Amiantis purpurata* (Lamarck, 1818) (NR=35), *Glycymeris longior* (G. B. Sowerby I, 1833) (NR=25), *Erodona mactroides* (Daudin in Bosc, 1801) (NR=1), *Mactra* sp. (NR=104); y los gasterópodos *Olivancillaria auricularia* (Lamarck, 1810) (NR=32), *Urosalpinx* sp. (NR=1), *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) (NR=13), *Austroborus lutescens* (King & Broderip, 1832) (NR=4) y *Bulimulus* sp. (NR=25).

En relación al número de restos identificados de *D. hanleyanus*, no se ha determinado un número específico de piezas, sino únicamente el peso que asciende en total a 94,066 kg.

El NMI total de los berberechos es de 55.132, representando más del 99% del material malacológico de la Excavación I de La Esmeralda. Para Otros bivalvos y los gasterópodos los valores de NMI fueron 92 y 57 respectivamente. De acuerdo con los datos aportados por el estudio experimental sobre individuos actuales de esta especie (Tabla 1) esta cifra estaría representando al menos 45,943 kg. de pulpa.

En relación al peso de concha de los diferentes grupos de moluscos, *D. hanleyanus* representa en masa más de un 99,3% del total (94,066 kg A diferencia que para el NMI, los gasterópodos (485,18 g = 0,5%) superan a otros bivalvos (179,4 g = 0,2%).

Tabla 1. Resultados de la experimentación con 150 individuos actuales de *D. hanleyanus*, llevados a fuego en olla por 6 minutos (cuando comienzan a abrirse las valvas).

Nº Ind.	Peso inicial	Peso final	Líquido		Valvas		Pulpa		Pérdida	
150	510 g	425 g	10 g	2%	270 g	53%	125 g	24.5%	105 g	20.5%

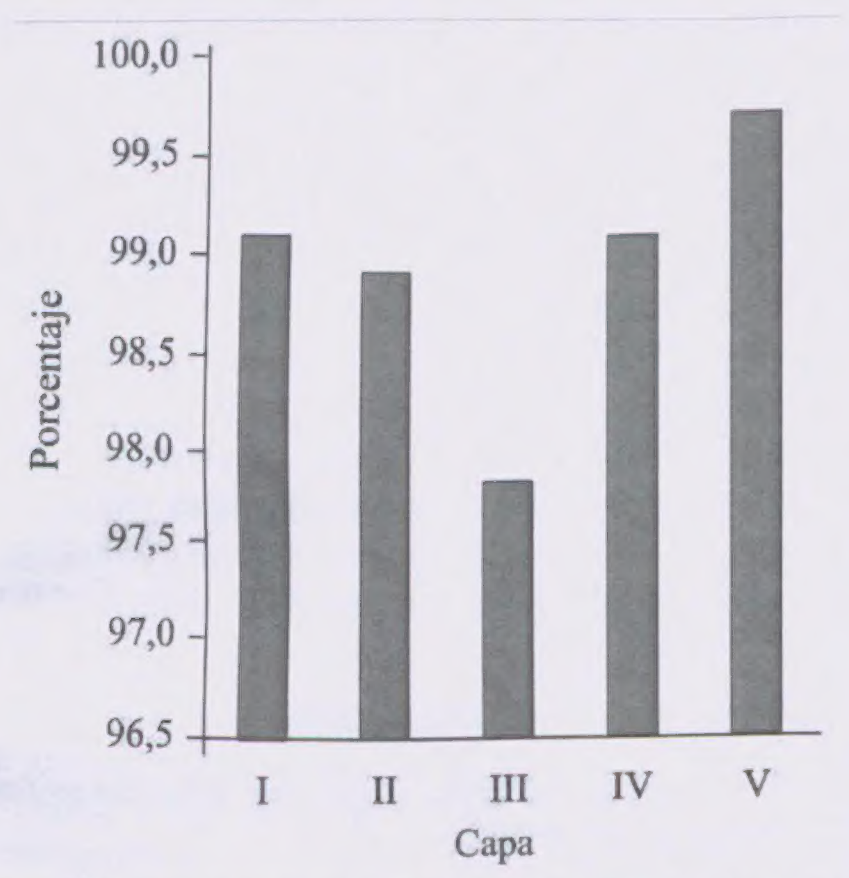


Figura 3. *Donax hanleyanus*. Porcentajes relativos de peso por Capa.

Esto se debe principalmente al aporte de conchas y fragmentos de concha de *Olivancillaria* sp. (470 g).

Si bien aumenta el porcentaje relativo de los berberechos en la Capa V, no se constata una disminución de la abundancia de *D. hanleyanus* ni incremento importante de ninguna de las otras especies. Existe sin embargo in aumento de la variabilidad específica hacia las capas más superficiales, probablemente como resultado de existencia de materiales intrusivos (ver Grupos tafonómicos).

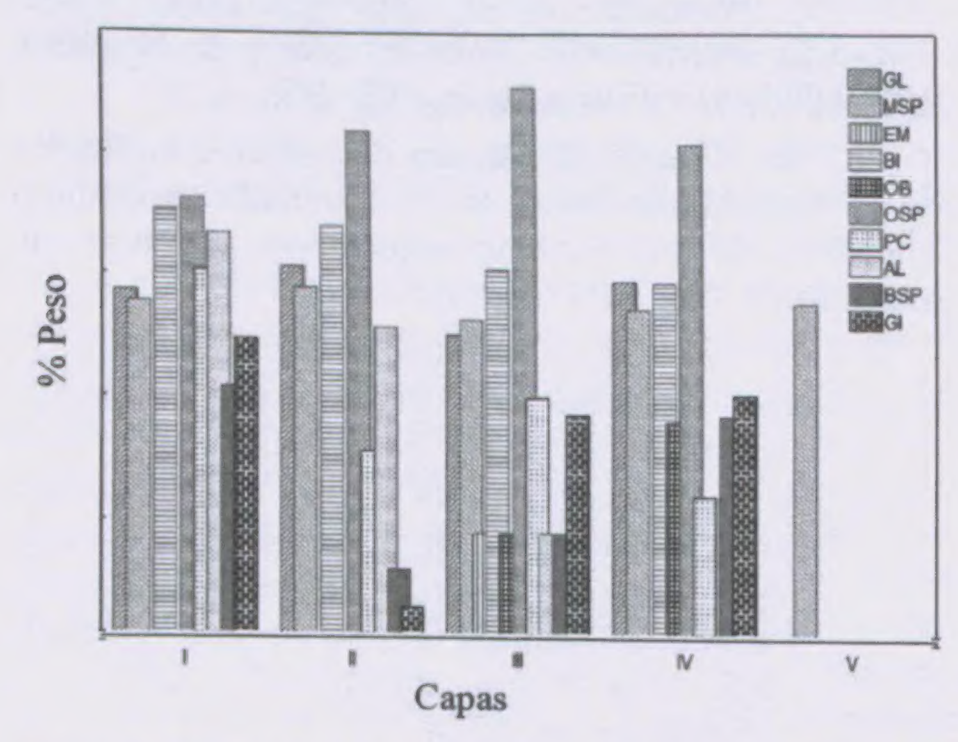


Figura 4. Porcentajes relativos (en escala logarítmica) de peso por Capa del resto de especies identificadas en el estudio. AP= Amiantis purpurata; GL: *Glycymeris longior*; MSP: *Mactra* sp.; EM: *Erodona mactroides*; BI: bivalvo indeterminado; OB: otros bivalvos; OSP: *Olivancillaria* sp.; PC: *Pomacea canaliculata*; AL: *Austroborus lutescens*; BSP: *Bulimulus* sp.; GI: gasterópodo indeterminado.

Donax hanleyanus muestra un claro predominio de porcentaje relativo por capa frente a las demás especies, oscilando entre 97,8 y 99,7% (Figura 3). Además, no se observa una composición diferencial por capa ni para el berberecho ni para las demás especies (Figuras 3 y 4). Cabe destacar que el aumento de especies que se observa hacia las capas más superficiales podría deberse a la existencia de materiales intrusivos (Figura 4) (ver Grupos Tafonómicos).

Otra relación significativa es la que se establece entre *D. hanleyanus* y *Olivancillaria* sp. Llama la atención el comportamiento inverso en peso relativo de estas dos especies. Dicha conducta se acentúa en la Capa III, interpretada inicialmente como posible abandono del sitio (López Mazz & Villarmarzo 2003).

Biometría

El tamaño de los moluscos recuperados, a excepción de *D. hanleyanus*, es menor en relación al tamaño promedio de individuos actuales (Barattini & Ureta 1961, Klappenbach & Scarabino 1969, Lobão *et al.* 2005) de todas las especies recuperadas. En bivalvos, las longitudes promedio son 41 mm para *A. purpurata*, 18 mm para *G. longior* y 10 m para *Mactra* sp. En gasterópodos la altura promedio es para *O. vesica* de 38,5 mm; de 26,5 mm para *P. canaliculata*, y para *A. lutescens*, y *Bulimulus* sp. de 24 y 18 mm respectivamente. En *D. hanleyanus* el tamaño (mediana) es de 34 mm.

Lamentablemente no se cuenta con datos suficientes para llevar a cabo un análisis biométrico más detallado. Se elaboraron gráficos de dispersión

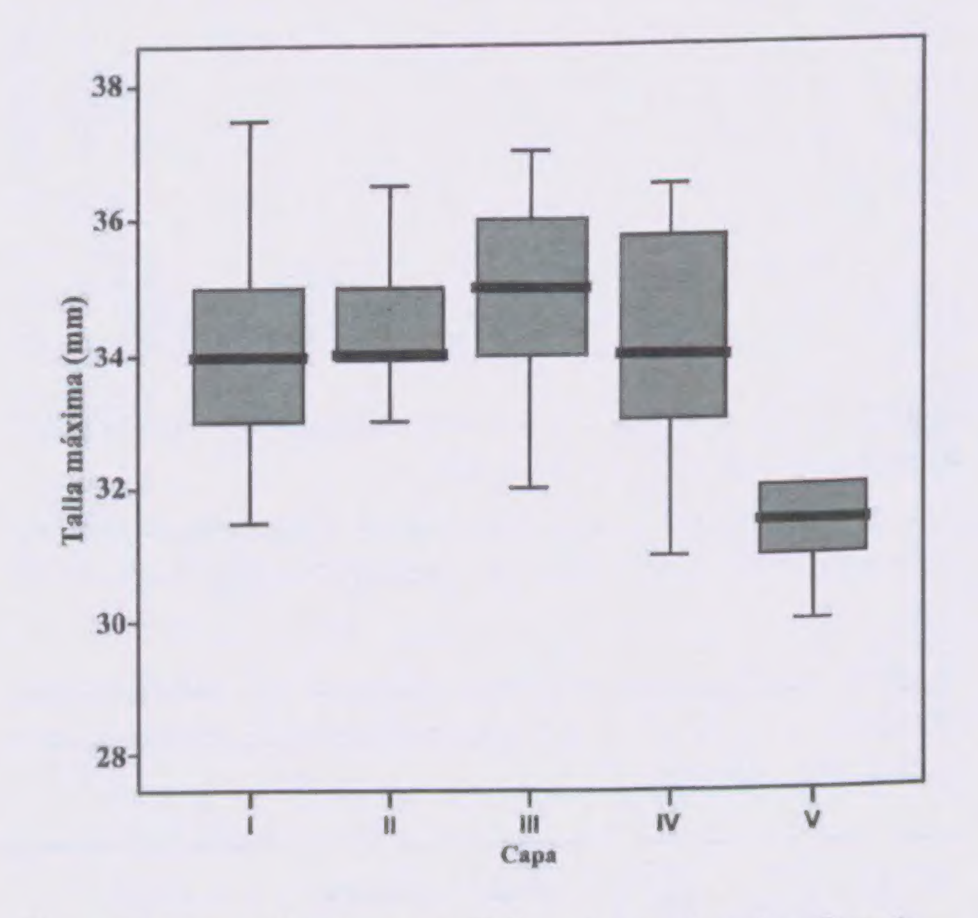


Figura 5. *Donax hanleyanus*. Talla máxima (mm) ± Desvío estandar (Caja) ± Error estándar (Línea) de valvas derechas por Capa.

Tabla 2. Análisis porcentual de las variables cualitativas (Tamaño, Fragmentación, Alteración térmica, Color y Estado de conservación, para *Donax hanleyanus*. N indica el Recuento (número de casos)..

Capa		I		II		III		IV		V		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Tamaño	1			3	5,5%	1	5,9%	9	25,0%	3	42,9%	16	11,5%
	2	15	62,5%	16	29,1%	8	47,1%	18	50,0%	3	42,9%	60	43,2%
	3		37,5%	36	65,5%	8	47,1%	9	25,0%	1	14,3%	63	45,3%
	Total	**24**	**100%**	**55**	**100%**	**17**	**100%**	**36**	**100%**	**7**	**100%**	**139**	**100%**
Fragmenta-ción	1	3	12,5%	14	25,5%	4	23,5%	9	25,0%	5	71,4%	35	25,2%
	2	14	58,3%	33	60,0%	11	64,7%	21	58,3%	2	28,6%	81	58,3%
	3	7	29,2%	8	14,5%	2	11,8%	6	16,7%			23	16,5%
	Total	**24**	**100%**	**55**	**100%**	**17**	**100%**	**36**	**100%**	**7**	**100%**	**139**	**100%**
Alteración térmica	1			7	12,7%	1	5,9%	6	16,7%	3	42,9%	17	12,2%
	2	12	50,0%	26	47,3%	14	82,4%	30	83,3%	4	57,1%	86	61,9%
	3	12	50,0%	22	40,0%	2	11,8%					36	25,9%
	Total	**24**	**100%**	**55**	**100%**	**17**	**100%**	**36**	**100%**	**7**	**100%**	**139**	**100%**
Color	0			1	1,8%							1	0,7%
	1			2	3,6%	6	35,3%	6	16,7%	3	42,9%	17	12,2%
	2	5	20,8%	13	23,6%	9	52,9%	27	75,0%	3	42,9%	57	41,0%
	3	15	62,5%	25	45,5%	1	5,9%	3	8,3%	1	14,3%	45	32,4%
	4	3	12,5%	10	18,2%	1	5,9%					14	10,1%
	5	1	4,2%	4	7,3%							5	3,6%
	Total	**24**	**100%**	**55**	**100%**	**17**	**100%**	**36**	**100%**	**7**	**100%**	**139**	**100%**
Preservación	0			10	18,2%			3	8,3%	1	14,3%	14	10,1%
	1			5	9,1%	4	23,5%	7	19,4%	4	57,1%	20	14,4%
	2	2	8,3%	14	25,5%	11	64,7%	26	72,2%	2	28,6%	55	39,6%
	3	22	91,7%	26	47,3%	2	11,8%					50	36,0%
	Total	**24**	**100%**	**55**	**100%**	**17**	**100%**	**36**	**100%**	**7**	**100%**	**139**	**100%**

para *A. purpurata*, para las cuales un único espécimen alcanza los tamaños máximos alcanzados por individuos actuales (Klappenbach & Scarabino 1969).

Los tamaños más frecuentes que se observan en *D. hanleyanus* corresponden a los niveles medios y grandes (adultos) donde la moda supera los 30 mm (Klappenbach & Scarabino 1969).

El tamaño de esta especie presenta diferencias entre Capas (Tabla 2 y Figura 5). La Capa I presenta en su mayoría valvas de tamaño medio; mientras que la Capa II tiene predominio de valvas grandes. En la Capa III el número de observaciones de valvas de berberechos grandes y medias es idéntico, pero en la Capa IV el tamaño vuelve a disminuir hacia los medios; y, en la Capa V, se observa igual porcentaje entre las valvas pequeñas y las medias[4].

[4] Esta última cuenta con menor rango de datos lo que la hace menos representativa. Será necesario en un futuro la realización de análisis estadísticos.

Las medidas de longitud y altura muestran que las valvas enteras más pequeñas recuperadas están en el rango de los 17,5 y 18 mm de longitud, siendo la Moda de 16 mm de longitud en valvas izquierdas y 20 mm en valvas derechas. El hecho de encontrar valvas de tamaño tan reducido, en conjunto con la presencia de fragmentos naturales (bioclastos) de moluscos de hasta 40 x 40 mm (N=188) sugieren un método de colecta con algún elemento (tipo red o cesta) que implique transporte de sedimentos en conjunto con los berberechos. Esta posible interpretación surge también del análisis físico textural de los sedimentos (Villarmarzo & Dabezies 2004).

En cuanto a los tamaños máximos de *D. hanleyanus*, se constata la presencia de valvas de hasta 39 mm de longitud. El gráfico de frecuencias elaborado por Tamaño Máximo de valvas derechas (Figura 6) muestra una distribución no "normal" con asimetría hacia los tamaños más grandes para un N=138 (Media = 34,261; DE = 1,5523). De todas

Tabla 3. Peso (g) y porcentajes de las diferentes fracciones (mm) de *Donax hanleyanus* para cada UMS.

UMS	Capa	<2,2	2,2-6	6-15	>15	Total	<2,2	2,2-6	6-15	>15	Total
			Peso						Porcentaje		
C014	I	7,6	49,0	138,5	47,4	242,5	3,13	20,20	57,11	19,54	100
C017	I	48,6	357,7	1054,4	228,0	1688,7	2,87	21,18	62,43	13,50	100
C022	I	115,0	669,2	2466,9	720,8	3971,9	2,89	16,84	62,10	18,14	100
F2	I	133,5	368,4	935,7	413,8	1851,4	7,21	19,89	50,54	22,35	100
Total Capa I		304,7	1444,3	4595,5	1410,0	7754,5	**3,90**	**18,62**	**59,26**	**18,18**	**100**
C019	II	975,8	4006,8	10032,7	4037,0	19052,3	5,12	21,03	52,65	21,18	100
C025	II	36,8	124,2	368,6	203,8	733,4	5,01	16,93	50,25	27,78	100
C026	II	136,6	376,3	855,0	503,3	1871,2	7,30	20,11	45,69	26,89	100
C027	II	9,6	57,8	161,3	134,9	363,6	2,64	15,89	44,36	37,10	100
C042	II	24,8	93,3	258,5	153,6	530,2	4,67	17,59	48,75	28,97	100
C043	II	14,5	34,2	80,5	40,9	170,1	8,52	20,10	47,32	24,04	100
C046	II	204,1	534,0	1467,0	845,0	3050,1	6,69	17,50	48,09	27,70	100
F3	II	16,8	87,9	251,4	86,0	442,1	3,80	19,88	56,86	19,45	100
Total Capa II		1419,0	5314,5	13475,0	6004,5	26213,0	**5,41**	**20,27**	**51,40**	**22,90**	**100**
C051	III	657,4	3052,6	9788,2	4022,3	17520,5	3,75	17,42	55,86	22,95	100
Total Capa III		657,4	3052,6	9788,2	4022,3	17520,5	**3,75**	**17,42**	**55,86**	**22,95**	**100**
C054	IV	1141,7	8496,6	23855,4	6233,0	39726,7	2,87	21,38	60,04	15,68	100
F11	IV	28,2	150,5	781,1	132,7	1092,5	2,58	13,77	71,49	12,14	100
Total Capa IV		1169,9	8647,1	24636,5	6365,7	40819,2	**2,86**	**21,18**	**60,35**	**15,60**	**100**
F13	V	5,6	42,9	512,4	132,9	693,8	0,80	6,18	73,85	19,15	100
Total Capa V		5,6	42,9	512,4	132,9	693,8	**0,80**	**6,18**	**73,85**	**19,15**	**100**

maneras se trata de una distribución homogénea de baja variabilidad estadística.

Como se observa en la Figura 5, exceptuando la Capa V que presenta un reducido número de casos, la distribución de "máxima derecha" entre las UMS de las diferentes Capas es bastante homogénea. No existen diferencias significativas en las medianas y las cajas (que representan el 75% central de la distribución) que presentan la misma magnitud. Esta información es consistente con el análisis de medias, medianas y desvío estándar (Figura 6). La distribución similar de los tamaños de valvas de las Capas I a IV indica que no existe en la muestra analizada disminución de tamaño hacia los niveles más superficiales.

Fragmentación

La observación visual de la muestra indica que está en su totalidad medianamente fragmentada (Clase 2 del análisis cualitativo: Fragmentación media = 58,3) (Tabla 2). La relación de peso entre las diferentes fracciones de tamaño del berberecho muestra en todos los casos que el peso de la fracción de tamaño entre 6 y 15 mm es mayor (Tabla 3). El estudio por Capa muestra similitud entre los valores de todas las Capas con valores comparativos entre las Capas I a III, y entre las Capas IV y V. La Capa V sin embargo muestra un desplazamiento hacia los gruesos, es decir menor fragmentación.

La fragmentación se analizó en función de las *categorías de fragmentación* (*sensu* Gutiérrez Zugasti 2005) las cuales muestran que la mayoría de los moluscos presentan un porcentaje mayor de individuos completos (*G. longior* = 44%, *Mactra* sp. = 46%, *Olivancillaria* sp. = 78%, y *A. lutescens* = 75%), por fragmentos (*A. purpurata* = 68%, *P. canaliculata* = 77%) y fragmentos apicales (*Bulimulus* sp. = 64%) (Tabla 4).

Se estudió también la relación entre categorías diagnósticas y número de restos determinados (RCOM :RDIAG:FTOS) siendo esta la forma más directa según Moreno Nuño (1994) de reflejar el estado de fragmentación del material arqueomalacológico. La relación es la siguiente: *A. purpurata* = 1:7:24, *G. longior* = 3:2:1, *Mactra* sp. = 48:55:1, *Olivancillaria* sp. = 12:1:3, *P. canaliculata* = 0:1:3, *A. lutescens* = 3:1:0, y *Bulimulus* sp. = 0:2:1.

En relación al índice FDIAG/NR y el NR total, las especies con mayor fragmentación son *A.*

Tabla 4. Categorías de fragmentación. Valva completa (VCOM), Valva fragmentada (VFRA), Fragmento Charnelar (FCH), Fragmentos (FTOS), Fragmentos Naturales [FTOS(NAT)]. Individuo Completo (ICOM), Individuo Fragmentado (IFRA), Fragmento Apical (FAPI), Fragmento Columelar (FCOL) y Fragmentos (FTOS).

	Amiantis purpurata		***Glycymeris longior***		***Mactra* sp.**	
	N	%	N	%	N	%
VCOM	1	2	11	44	48	46
VFRA	0	0	6	24	14	14
FCH	7	20	1	4	41	39
FTOS	24	68	4	16	1	1
FTOS(NAT)	3	9	3	12	0	0
Total	35	100%	25	100%	104	100%

	***Olivancillaria* sp.**		***Pomacea canaliculata***		***Austroborus lutescens***		***Bulimulus* sp.**	
	N	%	N	%	N	%	N	%
ICOM	25	78	0	0	3	75	0	0
IFRA	1	3	0	0	0	0	0	0
FAPI	1	3	2	15	0	0	16	64
FCOL	0	0	1	8	1	25	1	4
FTOS	5	16	10	77	0	0	8	32
	32	100%	13	100%	4	100%	25	100%

purpurata y *P. canaliculata*, mientras que *Mactra* sp. y *A. lutescens* están muy poco fragmentados. *Glycymeris longior*, *Olivancillaria* sp. y *Bulimulus* sp. presentan una distribución similar en su fragmentación. Lamentablemente, el bajo número de datos del material malacológico no permite la realización de este tipo de análisis por Capa.

Preservación y alteración térmica

La muestra de *D. hanleyanus* presenta en general poca evidencia de alteración térmica. Sin embargo, aumenta significativamente en las Capas III y IV, llegando a más del 80% de los casos observados (Tabla 2).

El color es claro en el 40% de los casos, siendo esta la frecuencia más alta. El estado de preservación es de regular a malo, siendo que 39% de los berberechos presentan estado de regular y 36% en mal estado de preservación, según la observación visual del estado de fragilidad y alteración externa de la valva. La tonalidad de las valvas es más clara hacia las capas más profundas, teniendo las Capas III y IV valvas claras y la Capa V valvas claras a muy claras. Las conchas en mal estado de conservación llegan a un 91% en la Capa I, mientras que en la Capa V el 57% de los casos están bien conservadas (Tabla 2).

El resto del material malacológico se presenta quemado en un 50% y en mal estado de conservación (56%). El análisis por Capa evidencia una disminución de la alteración térmica desde la Capa III hacia la base del conchero. De la misma manera, la muestra se presenta en mejor estado de conservación desde las capas superiores hacia las inferiores. El material malacológico de la Capa V es el que mejor conservado

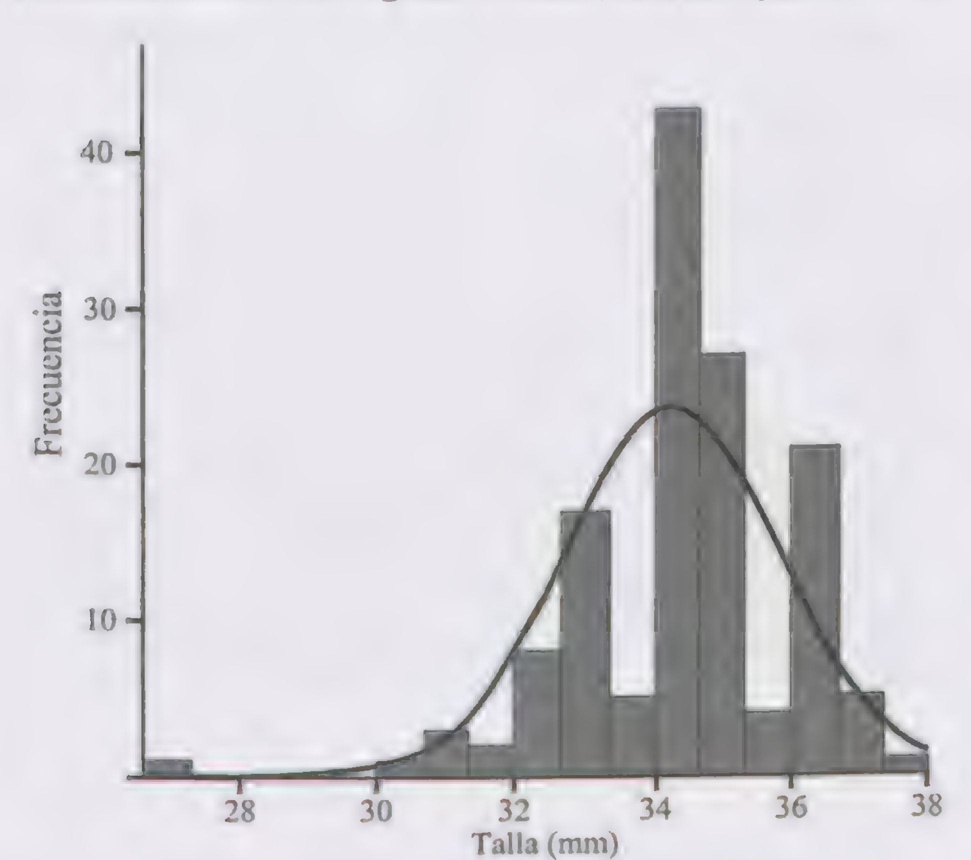


Figura 6. *Donax hanleyanus*. Frecuencia de talla máxima de valvas derechas.

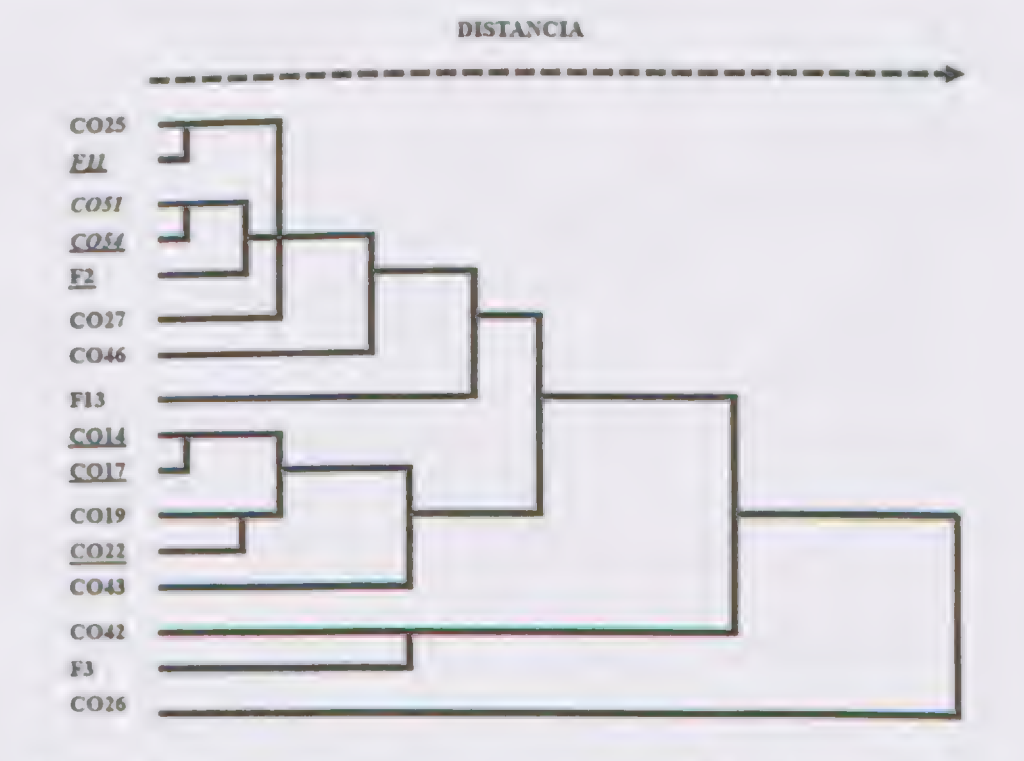


Figura 7. Análisis Cluster jerárquico entre UMS, de las modas de tamaño, fragmentación y estado de conservación. Elaborado con datos de *D. hanleyanus*. **Capa I**, **Capa II**, ***Capa III***, ***Capa IV***, Capa V.

se presenta. La Capa II es la que está peor conservada. Las Capas I y III presentan valores similares de conservación.

Algunas consideraciones sobre formación de sitio

Se toma en este apartado el análisis aislado de cada una de las concentraciones y fogones muestreados. Se analizó esta muestra en función de los valores modales para las variables Tamaño, Fragmentación, Alteración térmica, Coloración y Estado de conservación (Tabla 5).

Llama la atención el bajo porcentaje de valvas con evidente alteración térmica hacia dentro de los fogones.

El dendrograma de análisis de cluster jerárquico donde se examina la Moda las variables Tamaño, Fragmentación y Estado de conservación indica la existencia de dos grandes conglomerados, uno formado por C026 y otro por el resto de las UMS (Figura 7). Luego, muestra una nueva división con respecto a las valvas del fogón F13 de la Capa V. El resto de UMS se agrupan en dos conglomerados.

Tabla 5. Distribución de las clases modales por UMS. *Tamaño*: 1) Predominio valvas tamaño pequeño, 2) Predominio valvas tamaño medio, y 3) Predominio valvas tamaño grande; *Fragmentación*: 1) Poco fragmentada, 2) Fragmentado, y 3) Muy fragmentado; *Alteración térmica*: 1) No presenta alteración térmica, 2) Presenta pocos indicios de alteración térmica, 3) Presenta alteración térmica, 4) Muy quemado / calcinado; *Coloración*: 1) Muy claro, 2) Claro, 3) Poco oscuro, 4) Oscuro, 5) Muy oscuro, 0) No registrado; *Estado de conservación*: 1) Bueno, 2) Regular, 3) Malo, y 0) No registrado.

	Tam.	Frag.	Alt. Térmica	Color	Preserv.
C014	2	2	3	3	3
C017	2	2	3	3	3
C019	3	2	3	3	3
C022	3	2	2	3	3
C025	2	1	2	2	2
C026	3	2	3	4	0
C027	3	2	2	2	2
C042	3	1	1	2	0
C043	3	2	2	4	2
C046	3	1	2	1	2
C051	2	2	2	2	2
C054	2	2	2	2	2
F11	2	1	2	2	2
F13	1	1	2	2	1
F2	2	2	2	2	3
F3	2	2	1	2	1

Modificaciones: fracturas, retoques, perforaciones

En el caso de *A. purpurata* fueron registrados fragmentos con evidencias de fracturación intencional y retoques y fracturas producidas como resultado del uso de instrumentos o de la talla. Se recuperó un instrumento completo con retoques en el margen posterior, cinco valvas fragmentadas con borde retocado (Figura 8 A) y fragmentos con retoque en los bordes.

En *P. canaliculata* se registran varios restos (N=10) con fracturas de origen indeterminado. Para *Olivancillaria* sp. se registra también un número alto, en relación a la totalidad de restos de esta especie, de fragmentos de origen antrópico e indeterminados. Por otro lado, se registran fragmentos producidos por la exposición prolongada al fuego.

El resto del material presenta básicamente fragmentación de origen natural o indeterminado. Los

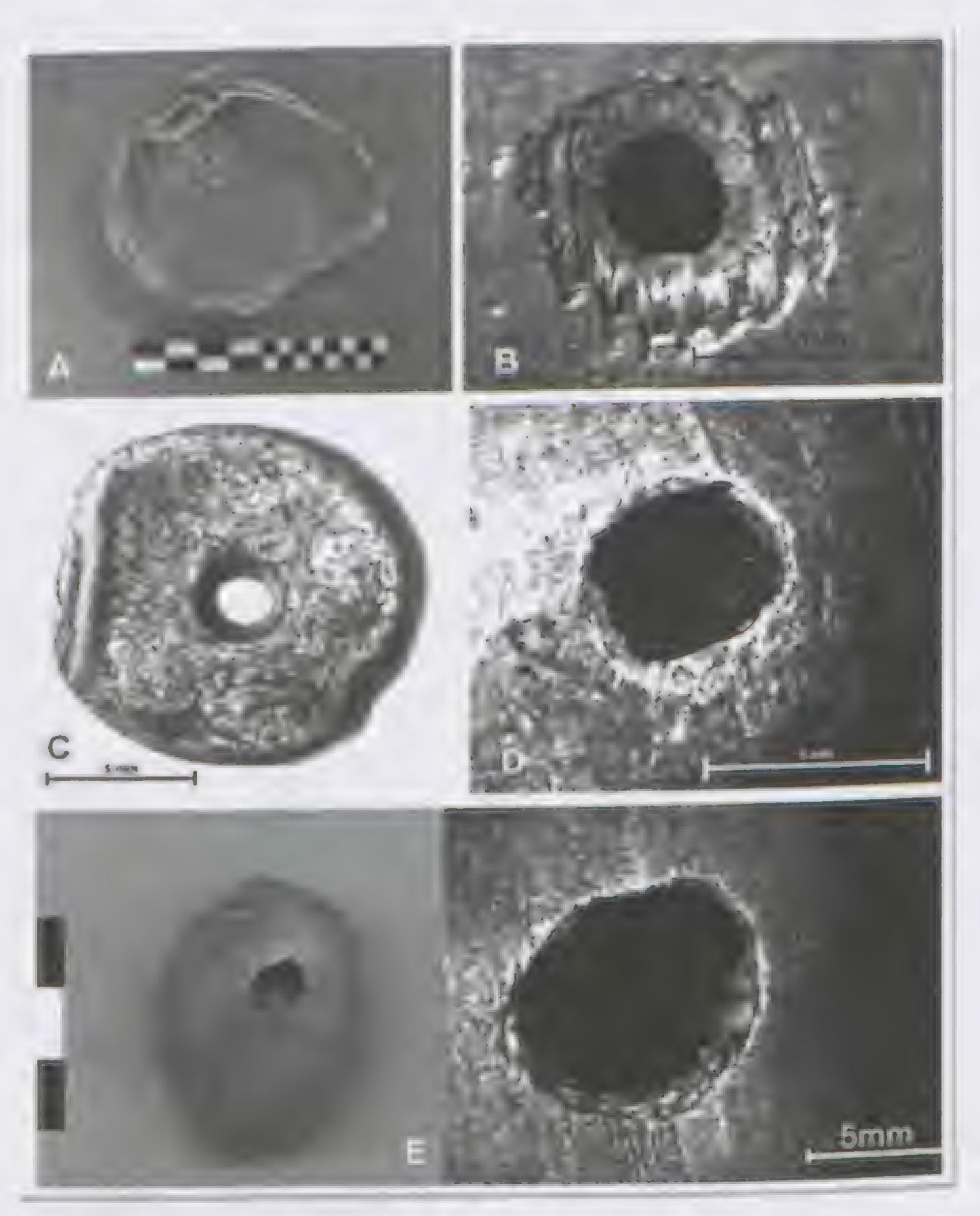


Figura 8. Modificaciones: A. Valva fragmentada de *A. purpurata* con retoque marginal (LEI6B4); B. Fotografía con aumento de valva de *D. hanleyanus* con perforación (desde exterior) (LEI20A1A2); C. Cuenta elaborada en Bivalvo indeterminado, vista cara interna (LEIC040); D. Fotografía detalle perforación en *P. canaliculata* arqueológica (LEI9A4); E. *O. auricularia* perforada (LEI19C3).

ejemplares de *Mactra* sp. están fracturadas en todos sus márgenes, con predominio del ventral, posterior y anterior. Los gasterópodos se encuentran fracturados en el área apertural, parte más débil de la concha.

En cuanto a las perforaciones, se registraron valvas de *D. hanleyanus* con orificios de alteraciones bioquímicas y otras que no han podido determinarse (Figura 8 B). Hay también otros bivalvos con perforación natural en la zona del umbo (*G. longior*, *Mactra* sp. y otros indeterminados). Se trata de valvas muy rodadas identificadas como bioclastos.

En la concentración C040 fue recuperado lo que parece ser una cuenta elaborada en un bivalvo indeterminado (Figura 8 C). Se trata de una perforación cónica desde el interior hacia el exterior de la valva, de 3 mm de ancho.

Los gasterópodos terrestres *A. lutescens* y *Bulimulus* sp. no presentan perforaciones. Se registró sí un caso de *P. canaliculata* con perforación en el cuerpo, posiblemente originado por la acción de un ave (*Aramus guarauna*, Carao) (Figura 8 D) (Palomera-García *et al.* 2006; F. Scarabino com. pers.).

En los Niveles 15, 16, 17 y 19 de la Excavación I se recuperaron también cuatro individuos de *O. auricularia* con perforaciones (Figura 8 E). El examen de las mismas muestra que aparentemente se trata de perforaciones intencionales. No obstante queda pendiente un estudio de más detalle de las trazas, combinado con experimentación, que puedan llevar a una interpretación más ajustada de este tipo de alteraciones.

Remontajes

Se ensayaron remontajes de bivalvos de las especies *A. purpurata*, *T. zonaria* y otras no identificadas (posiblemente *Ostrea* sp.). No fue posible realizar ningún remontaje de un espécimen completo. Las uniones entre fragmentos se dan tanto hacia dentro de las concentraciones como hacia fuera, e involucran varios niveles de la excavación, desde el Nivel 14 al 25 (Tabla 2).

Al contrario de lo que sucede con el material arqueofaunístico en este sitio (Moreno, 2005) los remontajes en material arqueomalacológico son escasos y no permiten hacer distinciones en cuanto a la posible sincronía de distintas capas del conchero. En general estos remontajes vinculan fragmentos cercanos, lo que indica poco movimiento de este material en la vertical.

Grupos Tafonómicos

Los grupos tafonómicos para la muestra arqueomalacológica de la Excavación I del Sitio La Esmeralda incluyen aquellos caracterizados por 1) restos alimentarios de *D. hanleyanus*, *Olivancillaria* sp. y posiblemente también *P. canaliculata;* 2) restos modificados: *A. purpurata* y otra especie sin identificar (posible cuenta); 3) restos de funcionalidad antrópica desconocida de *G. longior, E. mactroides, Mactra* sp., *Urosalpinx* sp. y 4) restos intrusivos: *A. lutescens* y *Bulimulus* sp.

Discusión

La fragmentación brinda información tanto taxonómica como paleoeconómica y cultural. Asimismo tiene implicaciones importantes a los efectos de la identificación taxonómica y de cuantificación (Moreno Nuño 1994). El análisis de las muestras del conchero La Esmeralda, con las excepciones de *Glycymeris longior*, *Mactra* sp. y *Olivancillaria* sp., indican que las mismas se presentan medianamente fragmentada a fragmentada, existiendo además menor fragmentación hacia los niveles más profundos del conchero. Asimismo, el estado de conservación es coincidente con la fragmentación pues también las conchas mejor conservadas se encuentran hacia los niveles más profundos. Esto podría explicarse debido a una depositación rápida del conchero y con niveles más bajos de intemperismo hacia los niveles más profundos.

La muestra de *D. hanleyanus* presenta pocas señas de alteración térmica lo que podría explicarse por el bajo tiempo de cocción necesario para su apertura, la cual, no llega a producir evidencias visibles sin aumentos. El resto del material malacológico presenta algunas evidencias de exposición prolongada al calor (e.g. fracturas por combustión) posiblemente producto de su descarte en fogones en uso. Estas diferencias indican la necesidad de llevar a cabo un estudio más detallado con utilización de grandes aumentos.

En lo que refiere a las modificaciones, el gasterópodo *Olivancillaria* sp. presenta un número muy alto de fracturas producidas en el área del labio. Si bien el labio es lo primero que se rompe por causas naturales, esto también podría estar evidenciando el uso de algún tipo de instrumento para la extracción de carne, en donde la aplicación de fuerza en esa área, a modo de palanca, haga ceder la concha produciendo marcas y fracturas. No obstante será necesario en el futuro completar el análisis con observaciones a mayores aumentos y la realización de estudios experimentales.

En cuanto a la formación del conchero, hacia dentro de la muestra analizada, la revisión del dendrograma indica la existencia de dos grandes conglomerados, uno formado por C026 y C042, y otro por el resto de las UMS. Luego, una nueva división con respecto a las valvas del fogón F13 de la

Capa V. El resto de UMS se agrupan en dos conglomerados, estando el primero conformado por las valvas de las concentraciones interpretadas inicialmente como pertenecientes a las Capas I y II. El siguiente conglomerado se conforma con algunas UMS de la Capa II, la UMS analizada de la Capa III y las UMS de la Capa IV. Se destaca la singularidad de la formación de la acumulación de valvas de F13 y la asociación en función de las características cualitativas entre las concentraciones de las Capas III y IV. Sin embargo, no es posible extraer una interpretación concluyente sobre la conformación de los distintos conglomerados que tenga que ver con el proceso de formación. A tales efectos, será necesario llevar a cabo un análisis distribucional y ampliar la muestra de análisis.

A través de la biometría se puede identificar colecta diferencial por tamaños y/o sobreexplotación, esto es pues el tamaño modal de una población está altamente influenciado por la colecta y supervivencia de los individuos juveniles. La distribución similar de los tamaños de valvas de *D. hanleyanus* indica que no existe disminución de tamaño hacia los niveles más superficiales. La distribución similar de los tamaños de valvas de *Donax hanleyanus* en todas las capas podría estar revelando o que la explotación realizada no resultó crítica para la población de este bivalvo o que el tiempo de explotación fue acotado. Un análisis complementario sería analizar la edad predominante en cada capa, ya que un decrecimiento de la edad promedio desde las capas inferiores a las superiores, indicaría un proceso de intensificación en el consumo de moluscos (Claassen 1998; Mannino y Thomas 2002).

En cuanto a la especialización en la colecta y consumo de malacofaunas, el sitio presenta predominio relativo en todo el perfil de *D. hanleyanus* (de 97 a 99%) no existiendo diferencias significativas entre las Capas en relación a los porcentajes relativos de las diferentes especies de moluscos. No existe tampoco intensificación, en tanto no parece existir decrecimiento de abundancia absoluta de especies preferidas, ni incremento del número de malacofaunas más difíciles de capturar y/o procesar (Claassen 1998; Mannino y Thomas 2002).

En términos económicos, teniendo en cuenta que la muestra representa un 20% de las UMS de la Excavación I (de 4,8 m3) en el sitio se habrían consumido 7.549,5 kg de pulpa de berberecho[5]. La producción anual estaría en torno a los 7,5 kg carne/año para un periodo de mil años, resultados significativamente menores a los obtenidos por Bracco (2000: 20). En términos de trabajo esto implica tiempos muy reducidos de recolección y/o bajo número de personas involucradas en ella. De todas maneras, puede haber un problema en la estimación relacionado tanto al cálculo del lapso de ocupación del sitio como a aquellos relacionados con la metodología de análisis y la muestra utilizada.

Queda aún por hacer un estudio más detallado de la estacionalidad y la recurrencia de las ocupaciones. Preliminarmente se observan ocupaciones estacionales (primavera/verano) en base a la disponibilidad de las especies identificadas (*D. hanleyanus* y huevo de ñandú). Tanto el bajo porcentaje de valvas de berberecho en mal estado de conservación como la proporción leve de alteraciones naturales de los restos de fauna de vertebrados (Moreno 2005) hacen pensar en lapsos de abandono cortos.

En relación a una captación oportunística constituida por el registro de La Esmeralda que fuera discutida por Bracco (2000) los resultados mostrados por el análisis arqueomalacológico no parecen ir en el sentido de tal interpretación por el bajo peso de berberechos consumidos por año y la carencia de evidencias de sobreexplotación. Una explotación de este tipo (*sensu* Bailey 1981:5) implica la falta de atención del efecto sobre las poblaciones animales, siendo este potencialmente negativo.

Acerca de las estrategias de gestión de los recursos, en este conchero se observa una explotación simultánea de varios ambientes diferentes y de actividades de captura y procesamiento también diferentes. Esto es coincidente con los resultados obtenidos por Moreno (2005) en relación al material arqueofaunístico. Teniendo en cuenta lo expuesto en ese estudio, parecería que los vertebrados pudieron haber tenido mayor peso relativo en la dieta de lo que señala su visibilidad en contraposición a los moluscos.

Conclusiones

Hasta el momento no parece existir para este sitio un cambio significativo en la gestión de los recursos malacológicos durante la ocupación del sitio. Nuevas excavaciones podrán ampliar la muestra y permitir el análisis más ajustado de todo el material faunístico. Los estudios futuros deberían intentar analizar más específicamente la relación entre los recursos animales, variaciones de porcentajes relativos y sobre la disminución de vertebrados hacia los niveles superiores del conchero.

Podemos concluir en base a los resultados obtenidos que el sitio presenta regular a buen estado de preservación. Esta preservación se ve aumentada

[5] El cálculo por exceso se realiza estimando volumen total del conchero en 1680 m^3 (30x70x0,80).

hacia los niveles más profundos, como resultado de niveles de intemperismo alto hacia la superficie y posiblemente también por pisoteo animal o humano, cosa que se debería explorar con mayor profundidad. La malacofauna de La Esmeralda es interpretada como resultado de la conjunción de especies consumidas, especies utilizadas como herramientas, especies intrusivas y de especies cuya funcionalidad no está clara, pero que nuevos análisis deberán testear la hipótesis de su carácter intrusivo también por razones de colecta de *Donax* a través de algún tipo de método que incluya cestas u otro tipo de instrumental.

Las futuras investigaciones deberían ampliar sobre las características arqueomalacológicas de este sitio que fueron presentados en este trabajo. En el mismo se intentó avanzar en las metodologías para su análisis y expresar algunas líneas interesantes a investigar teniendo en cuenta su vulnerabilidad, sitio único en nuestro país y que parece constituir una de las primeras experiencias en lo que refiere a explotaciones de recursos pesqueros bentónicos en Uruguay.

Agradecimientos

Mi agradecimiento a José M. López Mazz quien ofició de tutor de la monografía que da origen a este trabajo y quien fue director del Proyecto "Cerritos costeros del Este" y a Sergio Martínez por su invalorable ayuda en la elaboración del presente trabajo. Gracias también a quienes colaboraron durante la investigación: Fabrizio Scarabino, Federica Moreno, Laura Beovide, Ester Verdún, Nicol de León y Moira Sotelo. Gracias también a los evaluadores cuyas sugerencias han sido de gran ayuda para la mejora de este texto y para las perspectivas de esta línea de investigación en el futuro.

Referencias

Bailey, G.N. 1975. The Role of Molluscs in Coastal Economies: The Results of Midden Analysis in Australia. Journal of Archaeological Science 2: 45-62.

Bailey, G.N. 1981. Concepts of resource exploitation: continuity and discontinuity in palaeconomy. World Archaeology 13(1): 1-15.

Barattini, L.P. & E.H. Ureta. 1961. La fauna de las costas uruguayas del Este (Invertebrados). Publicaciones de Divulgación Científica, Museo Dámaso Antonio Larrañaga, Concejo Departamental de Montevideo.

Behrenmeyer, A.K. 1978. Taphonomic and Ecologic Information from Bone Weathering. Paleobiology 4:150-162.

Bonino, V. 1961. Los primitivos habitantes del Uruguay, y el uso de los moluscos en su economía, en su decoración y en sus ritos. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 1(1): 11-14.

Bracco, R. 2000. Aproximación al registro arqueológico del sitio La Esmeralda ("conchero"), desde su dimensión temporal. Costa atlántica del Uruguay. Anales de Arqueología y Etnología 54-55: 13-27. Universidad Nacional de Cuyo.

Bracco, R. & C. Ures. 1999. Ritmos y dinámica constructiva de las estructuras monticulares. Sector Sur de la Cuenca de la Laguna Merín – Uruguay. En Arqueología y Bioantropología de las Tierras Bajas, compilado por J. M. López Mazz y M. Sans, pp. 13-33. UdelaR, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Montevideo.

Brum, L. 2009. Análisis arqueofaunístico de huevos de ñandú (*Rhea americana*) en un sitio prehistórico del Litoral Atlántico Uruguayo. Entre pasados y presentes II: estudios contemporáneos en ciencias antropológicas, editado por Tirso Bourlot [*et.al.*]. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires.

Castiñeira, C.; Panario, D.; Bracco, R.; Gutiérrez, O. 2010. Concheros en la costa atlántica uruguaya y su vinculación con la dinámica litoral, XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina (2001). Arqueología Argentina en los inicios de un Nuevo Siglo, 3 pp. 635-643. Laborde Libros Editor, Rosario.

Chagas, L. 1995. Identificación y análisis del material óseo de los sitios costeros del Litoral Atlántico. En Arqueología en el Uruguay, editado por M. Consens, J.M. López Mazz y C. Curbelo, pp. 106-115. VIII Congreso Nacional de Arqueología Uruguaya, Maldonado.

Claassen, C. 1998. *Shells*. Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge University Press.

Clavijo, C., F. Scarabino, A. Rojas & S. Martínez. 2005. Lista sistemática de los moluscos marinos y estuarinos del Cuaternario de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 9(88): 381-411.

Ford, P. 1992. Interpreting the Grain Size Distributions of Archaeological Shell. En Deciphering a Shell Midden, editado por J. Stein, pp. 283-326. Academic Press, San Diego.

Gautier, A. 1987. Taphonomic groups: how and why?. Archaeozoologia I: 47-52.

Gutiérrez-Zugasti, F.I. 2005. La explotación de moluscos en la cuenca baja del Río Asón (Cantabria, España) a inicios del Holoceno (10.000-5.000 BP) y su importancia en las comunidades humanas del Aziliense y del Mesolítico. Trabajo de investigación de doctorado, Departamento de Ciencias Históricas, Universidad de Cantabria, Santander.

Lobão, V.L., J. Brasil & G.J. Cunha. 2005. Aprovechamiento racional de *Pomacea canaliculata* (apple snail) provenientes de fazenda de carinicultura no Ceará. Pp Resúmen XIX Encontro Brasileiro de Malacología, Sociedade Brasileira de Malacologia, Rio de Janeiro.

López Mazz, J.M. 1994. Cabo Polonio: Sitio Arqueológico del Litoral Atlántico Uruguayo. *Revista de Arqueología* 8 (2): 239-265. São Paulo.

López Mazz, J.M. 1995. El fósil que no guía, y la formación de los Sitios Costeros. En Arqueología en el Uruguay, editado por M. Consens, J. M. López Mazz y C. Curbelo, pp. 92-105. VIII Congreso Nacional de Arqueología Uruguaya, Maldonado, 1994. Surcos, Montevideo.

López Mazz, J.M. 2001. Las Estructuras Tumulares (Cerritos) del Litoral Atlántico Uruguayo. Latin American Anticuity 12 (3): 231-255.

López Mazz, J.M. & A. Gascue. 2001. Estructuras Monticulares y Sitios Superficiales del Litoral Atlántico Uruguayo: El Valle del Arroyo Balizas. Ponencia presentada en el XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina, Rosario.

López Mazz, J.M. & J. Iriarte. 2000. Relaciones entre el Litoral Atlántico y las Tierras Bajas. Pp. 39-47 en Arqueología de las Tierras Bajas. Durán, A. & R. Bracco (Eds). MEC, Montevideo, Uruguay.

López Mazz, J. M. & E. Villarmarzo. 2003. Explotación intensiva de recursos marinos: el caso del Este de Uruguay. Arqueologías da América Latina. En: Anais do XII Congresso da Sociedade de Arqueología Brasileira. Eds: de Morais, JL, Coutinho, A & Martins, C. São Paulo, Brasil.

López Mazz, J. M., A. Gascue, F. Moreno & E. Villarmarzo. 2002. Informe del Proyecto "Arqueología de los Cerritos del Litoral Atlántico". Documento interno. Universidad de la República, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Comisión Sectorial de Investigación Científica, Montevideo.

López Mazz, J.M, G. Piñeiro, C. Castiñeira & A. Gascue. 1996. Ocupación humana en el Litoral Atlántico de Uruguay: Aproximación Paleoambiental al conocimiento de los sitios costeros: Sitio "La Esmeralda". Jornadas de Antropología de la Cuenca del Plata, Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Humanidades y Artes, Rosario.

López Mazz, J.M., E. Villarmarzo & L. Brum. 2009. Análisis de secciones y plantas arqueológicas del Sitio La Esmeralda (Rocha, Uruguay). En La arqueología como profesión: los primeros 30 años. XI Congreso Nacional de Arqueología Uruguaya, compilado por L. Beovide, C. Erchini y G. Figueiro, pp. 218-229. Asociación Uruguaya de Arqueología, Montevideo. Publicación en cd.

Mañosa, C. 1995. Utilización prehistórica de moluscos en Punta de La Coronilla (Rocha, Uruguay). En Arqueología en el Uruguay, editado por M. Consens, J.M. López Mazz y C. Curbelo, pp. 116-122. VIII Congreso Nacional de Arqueología Uruguaya, Maldonado.

Mason, R.D., M.L. Peterson & J.A. Tiffany. 2000. Weighing and counting shell: a response to Glassow and Claassen. American Antiquity 65 (4): 757-761.

Meighan, C.W. 1980. Los moluscos como restos de alimentos en los sitios arqueológicos. En Ciencia en Arqueología, complilado por D. Brothwell y E. Higgs, pp. 427-434. Fondo de Cultura Económica, Madrid.

Moreno, F. 2005. Estudio arqueofaunístico (vertebrados) del Sitio arqueológico La Esmeralda (Litoral Atlántico Uruguayo). Trabajo de Investigación de doctorado, Departamento de Prehistoria, Facultad de Letras, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

Moreno Nuño, M.R. 1994. Análisis arqueomalacológico en la Península Ibérica. Contribución metodológica y biocultural. Tesis doctoral, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.

Narchi, L.A. 1999. El consumo de moluscos por los canoeros del extremo sur, En: Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXIV, 1999, pp. 307-326. Buenos Aires.

Orquera, L.A. & E. Piana. 1992. Un paso hacia la resolución del palimpsesto. pp. 21-52 en: Análisis Espacial en la Arqueología Patagónica. Borrero, LA & Lanata, JJ. Ed. Búsqueda de Ayllus, Buenos Aires, Argentina.

Orquera, L.A. & E. Piana. 2000. Composición de conchales de la Costa del Canal de Beagle (Tierra de Fuego, República Argentina) – Primera Parte -.

Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXV: 249-274.

Palomera-García, C., S. Contreras-Martínez, B. Cruz-Rivera, B. Villa Bonilla & J. Cruz Gómez-Llamas. 2006. Registros adicionales del Carrao (*Aramos guarauna*) en el Estado de Jalisco, México. *Huitzil* 7(1): 23-26.

Panario, D. & G. Piñeiro. 1993. Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. Universidad de la República, Facultad de Ciencias, UNCIEP, Montevideo.

Quitmyer, I.R. 1985. Aboriginal Subsistence Activities in the Kigas Bay Locality. En Aboriginal Subsistence and Sttetlement Archaeology of the Kigas Bay Locality, editado por W.H. Adams, pp. 73-91. University of Florida, Gainesville.

Scarabino, F. 2003a. Lista sistemática de los Bivalvia marinos y estuarinos vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(80-81): 229-259.

Scarabino, F. 2003b. Lista sistemática de los Gastropoda terrestres vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(78-79): 203-214.

Scarabino, F. 2004a. Conservación de la malacofauna uruguaya. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguaya 8(82-83): 267-273.

Scarabino, F. 2004b. Lista sistemática de los Gastropoda dulciacuícolas vivientes de Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 8(84-85): 347-356.

Stein, J. 1992. Deciphering a Shell Midden, Academic Press, San Diego.

Villarmarzo, E. 2009. Estudio experimental sobre valvas de Berberechos (*Donax hanleyanus*). Pp. 745-754 en La arqueología como profesión: los primeros 30 años en Beovide, L, Erchini, C. & G. Figueiro (Comps). XI Congreso Nacional de Arqueología Uruguaya Asociación Uruguaya de Arqueología, Montevideo, Uruguay

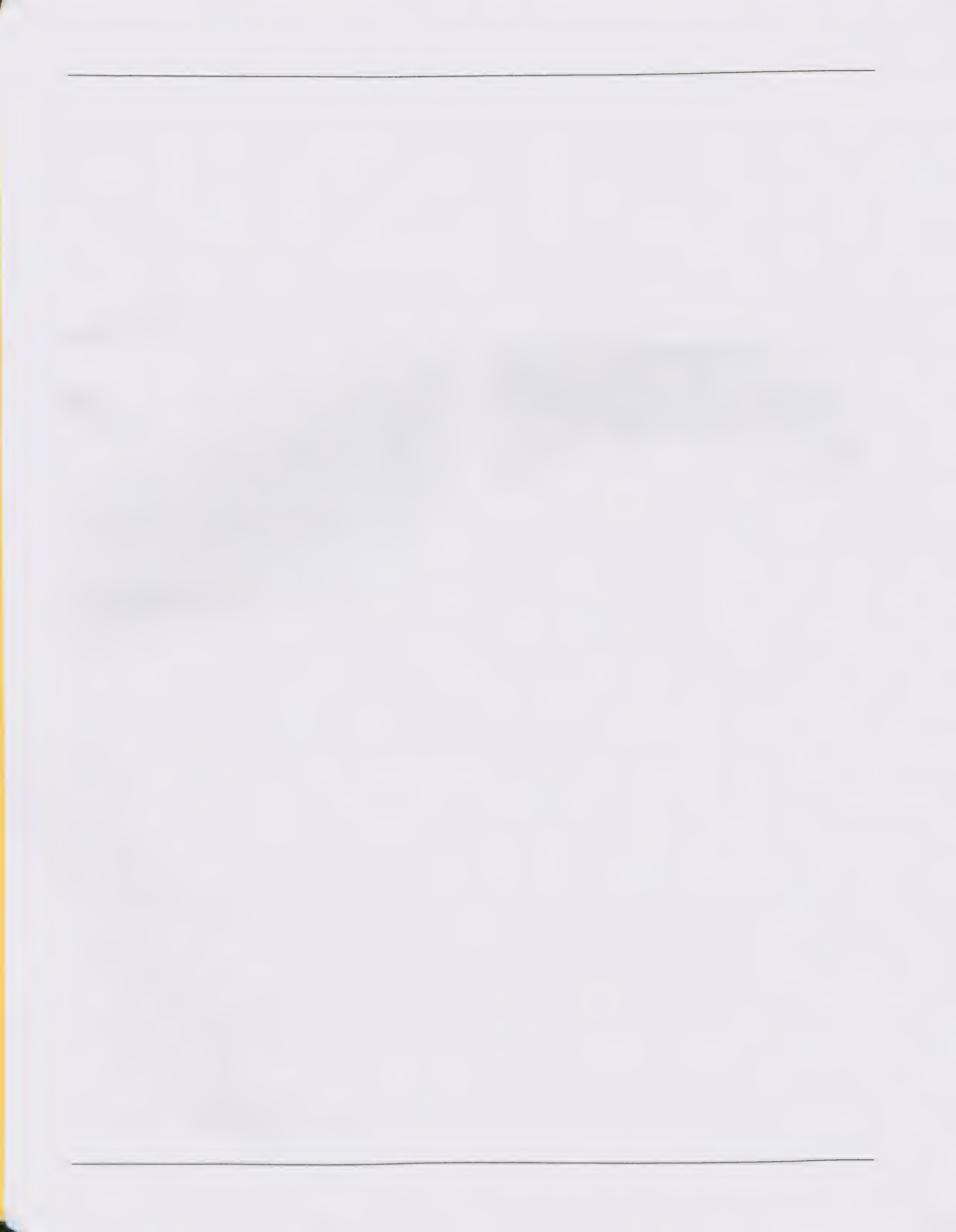
Villarmarzo, E. & J.M. Dabezies. 2004. Análisis físico textural de sedimentos provenientes del perfil estratigráfico de la Excavación I del Sitio La Esmeralda (Rocha, Uruguay). Trabajo de pasaje de curso, Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Cátedra de Geomorfología, Montevideo.

Voigt, E.A. 1975. Studies of marine mollusca from archaeological sites. Pp. 87-98 en Archaeological Studies. Clason, T. (Ed). North Holland, Amsterdam, Netherlands.

Waselkov, G.A. 1987. Shellfish Gathering and Shell Midden Archaeology. Advances in Archaeological Method and Theory 10: 93-210.

Recibido: 21 de mayo de 2010

Aceptado: 5 de noviembre de 2010



Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay
9 (93): 231 – 235. 2010

ISSN 0037- 8607

ARTÍCULO ORIGINAL

PRIMER REGISTRO DEL GASTERÓPODO INVASOR *MELANOIDES TUBERCULATA* (GASTROPODA, THIARIDAE) EN EL RÍO URUGUAY (ARGENTINA-BRASIL)

Juana G. Peso♣, Roberto E. Vogler* & Nelson D. Pividori♣

RESUMEN

Melanoides tuberculata (Müller, 1774), nativo de Asia y África oriental, se registra por primera vez en el Río Uruguay. El origen de su introducción en este río aún se desconoce, aunque podría estar vinculado a la dispersión pasiva desde afluentes en el territorio brasileño. Dos ejemplares vivos y cuatro conchillas fueron recolectadas en mayo de 2010 en tres lugares con profundidades desde 1,70 hasta 7,50 m. Es esperable algún tipo de impacto sobre las especies nativas de gasterópodos, muchas de las cuales son endémicas del río Uruguay, en caso de una mayor dispersión y establecimiento de *M. tuberculata*.

PALABRAS CLAVE: introducción de especies, moluscos, Caenogastropoda, Cerithioidea, nuevo registro.

ABSTRACT

First record of the invasive gastropod Melanoides tuberculata *(Gastropoda, Thiaridae) in the Uruguay River (Argentina-Brazil).* *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774), native to Asia and East Africa, is recorded for the first time in the Uruguay River. The origin of its introduction in this river is still unknown although it could be linked to passive dispersal from tributary streams in the Brazilian territory. Two living specimens and four shells were collected in May 2010 at three locations with depths ranging from 1.70 to 7.50 meters. Some impact on native snails, many of which are endemic for the Uruguay River, could be expected if *M. tuberculata* reaches further spreading and establishment.

KEY WORDS: species introduction, Mollusca, Caenogastropoda, Cerithioidea, new record.

Una invasión biológica puede ser considerada como la introducción de una especie a un hábitat o ecosistema del cual no es nativa, donde luego se establece y dispersa (Mainka & Howard, 2010). Esta introducción, puede causar cambios en la química del agua, alterar redes tróficas y ocasionar pérdidas en la biodiversidad, entre otras posibles consecuencias (Nentwig, 2007; Cowie *et al.*, 2009; Mainka & Howard, 2010).

La mayoría de las veces, las introducciones de gasterópodos de agua dulce suceden de manera inadvertida, encontrándose entre los vectores más frecuentes el comercio de especies con fines ornamentales, el agua de lastre y la modificación de cursos de agua existentes (Cowie & Robinson, 2003; Fernandez *et al.*, 2003; Darrigran & Damborenea 2006; Cianfanelly *et al.*, 2007). De acuerdo con Strong *et al.* (2008), los colonizadores más exitosos entre los gasterópodos dulceacuícolas han sido los pulmonados –Physidae, Lymnaeidae, Planorbidae– y las especies partenogenéticas –*Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1853), *Melanoides tuberculata* (Müller 1774)– dado que en este último caso, la presencia de un único individuo podría ser suficiente para establecer una población viable. En particular, las invasiones de *M. tuberculata* son de las mejor caracterizadas a nivel mundial, como consecuencia del gran número de registros de la especie fuera de su área nativa (Facon *et al.*, 2003; Fernandez *et al.*, 2003), su marcado polimorfismo (Pointier *et al.*, 1992) y su rol como vector en el ciclo de vida de parásitos de importancia médica y veterinaria (Cowie & Robinson, 2003; Facon *et al.*, 2003; Derraik, 2008).

Esta especie es nativa de Asia y el este de África; sin embargo, desde mitad del siglo pasado se ha registrado en los más diversos ambientes del continente

♣ Laboratorio de Zoobentos. FCEQyN. Universidad Nacional de Misiones. Rivadavia 2370 (N3300LDX). Posadas. Misiones. Argentina.

* CONICET-División Zoología de Invertebrados. Museo de La Plata. Paseo del Bosque s/n (B1900FWA). La Plata. Buenos Aires. Argentina. robertovogler@fceqyn.unam.edu.ar; robertovogler@yahoo.com.ar

americano (Fernandez *et al.*, 2003). En Sudamérica se cuenta con registros de poblaciones establecidas en varios países (*e.g.* Brasil, Venezuela, Colombia), pero no se informó aún su presencia en cursos de agua de la República Oriental del Uruguay (Quintana *et al.*, 2001-2002; Fernandez *et al.*, 2003; Campos & Calvo, 2006). El límite sur conocido de su distribución en este continente, se encuentra en el noreste de la Argentina, en el área de la represa Yacyretá sobre el río Paraná (Peso & Quintana, 1999; Gutiérrez Gregoric *et al.*, 2007). Existen en la literatura dos registros más australes, para las ciudades de Valdivia, Chile (Letelier *et al.*, 2007) y La Plata, Argentina (Gutiérrez Gregoric & Vogler, 2010), aunque se refieren a especímenes descubiertos en acuarios comerciales y que no han sido detectados en la naturaleza aún.

Melanoides tuberculata posee al menos cinco características que definen su potencial como invasor (Lodge, 1993; Facon *et al.*, 2003; Mainka & Howard, 2010): (i) partenogénesis; (ii) viviparidad; (iii) alta tasa de éxito reproductivo; (iv) capacidad de dispersarse ampliamente a través de los cursos de agua y (v) buena adaptación a hábitats modificados por el hombre. Ejemplo de ello son sus registros en ecosistemas lénticos y lóticos con diferentes grados de eutrofización y en ambientes urbanos contaminados (Dudgeon, 1986; Fernandez *et al.*, 2003; Callisto *et al.*, 2005; Gutiérrez & Vogler, 2010).

En el presente trabajo se da a conocer el primer registro de *M. tuberculata* en tres localidades del río Uruguay (Argentina-Brasil) y se discute su posible impacto sobre poblaciones de moluscos nativos, así como su probable dispersión y establecimiento en otros hábitats de agua dulce, incluyendo su posible introducción en Uruguay.

Los ejemplares de *M. tuberculata* se recolectaron durante mayo de 2010, en el marco de un programa de monitoreo de la fauna de invertebrados bentónicos realizado en 16 localidades del río Uruguay y 11 tributarios. Estos moluscos se aislaron de muestras de bentos, obtenidas cuali-cuantitativamente con draga tipo Tamura que fueron fijadas *in situ* con formol al 10% y filtradas en el laboratorio con una red de abertura de malla de 200 micrones, fijadas con alcohol al 70% y coloreadas con Rosa de Bengala. Los organismos fueron separados del sedimento bajo lupa de 5 aumentos e identificados con microscopio estereoscópico. La determinación de los especímenes de *M. tuberculata* se realizó de acuerdo a las descripciones morfológicas efectuadas por Pointier (1989), Samadi *et al.* (1999) y Facon *et al.* (2003) y por comparación con material de referencia procedente del embalse Yacyretá (Argentina-Paraguay) depositado en el Laboratorio de Zoobentos (LZ) de la Universidad Nacional de Misiones (Argentina).

En las muestras analizadas, se identificaron dos ejemplares vivos y cuatro conchillas de *M. tuberculata* en tres de las localidades monitoreadas del río Uruguay (Figura 1), que comprendieron profundidades en un rango entre 1,70 y 7,50 metros. El sustrato en dos de los sitios de muestreo estuvo constituido por sedimentos finos ricos en materia orgánica particulada y en el tercero por arena (Tabla 1). El material fue depositado en la colección del LZ (N° 103493, 103070, 103078, 103089) y correspondió a ejemplares jóvenes, con una coloración de fondo marrón claro uniforme (Figura 2).

La detección de la especie en estas tres nuevas localidades de la Argentina representa el primer registro de *M. tuberculata* para la cuenca del río Uruguay. Aunque no se ha podido determinar el origen de la introducción, la presencia de la especie en estados del sur de Brasil (Fernandez *et al.*, 2003) hace suponer que podría deberse a dispersión pasiva desde arroyos tributarios en territorio brasileño.

La temperatura, el tipo de sustrato y la altitud serían algunos de los factores importantes que afectan la distribución geográfica de esta especie, que prefiere hábitats en ríos perennes, temperaturas medias entre

Tabla 1. Registros de *Melanoides tuberculata* en el río Uruguay (LZ: Laboratorio de Zoobentos, Universidad Nacional de Misiones; LT: longitud total; LUA: longitud del último anfracto).

Localidad	Material recolectado	Sustrato	Profundidad (m)	N° de colección	LT (mm)	LUA (mm)
Panambí (27° 39´02,9" S; 54° 54´27,6" W)	2 conchillas	Sedimento fino, con abundante materia orgánica	7,50	LZ N° 103070	2,57	1,49
				LZ N° 103089	3,29	1,97
Roncador (27° 45´58,4" S; 54° 56´15,8" W)	2 conchillas	Sedimento fino, con abundante materia orgánica	3,10	LZ N° 103078	2,24	1,46
				LZ N° 103078	3,27	1,86
Santa Rosa (27° 29´17,3" S ; 54° 35´59,0" W)	2 ejemplares vivos	Arena	1,70	LZ N° 103493	2,43	1,62
				LZ N° 103493	5,50	3,80

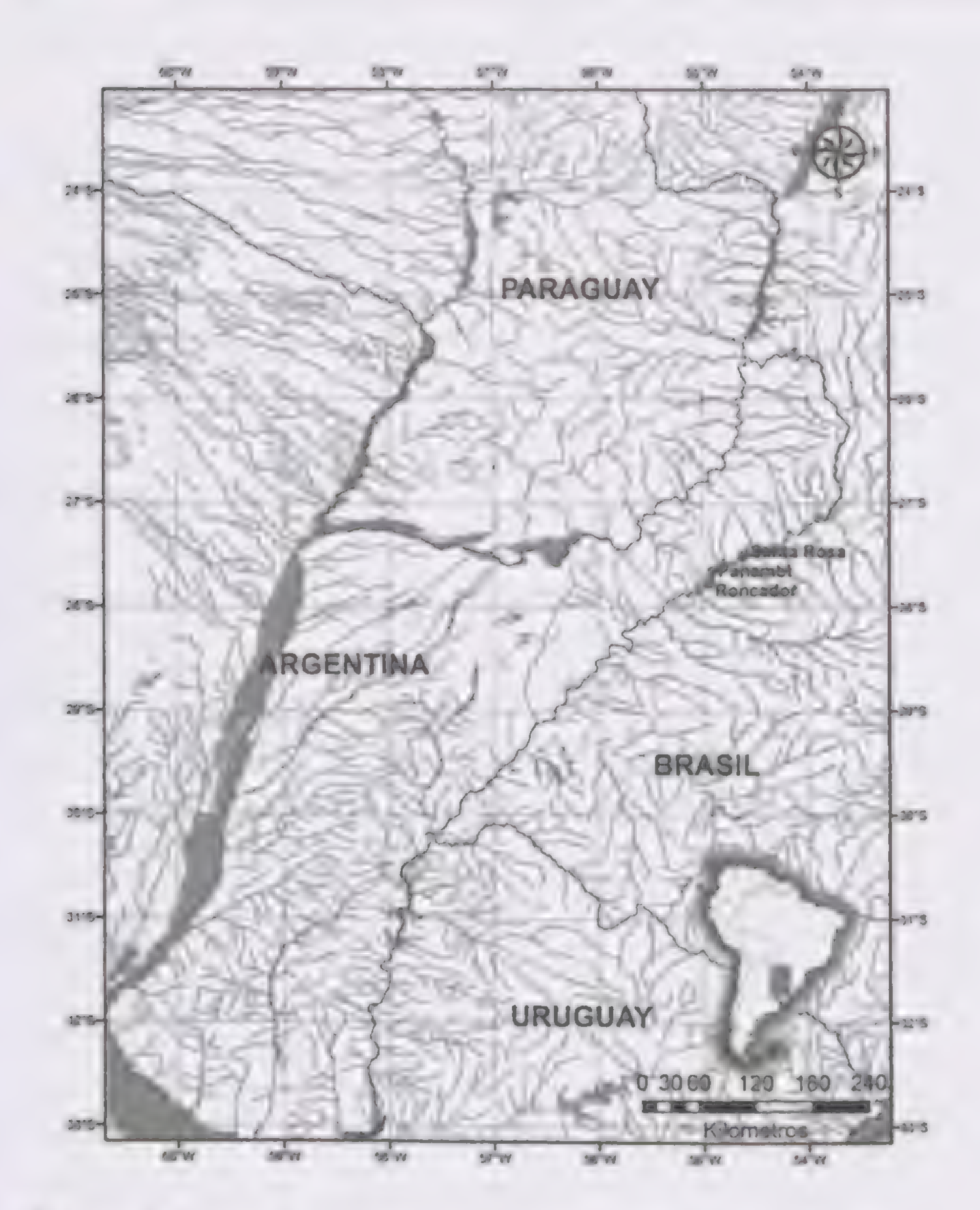


Figura 1. Sitios de hallazgo de *Melanoides tuberculata* en el río Uruguay (Argentina-Brasil).



Figura 2. *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) del río Uruguay. Longitud total: 5,50 mm (LZ N° 103493).

16°C y 25°C y altitudes entre 500 y 1500 m.s.n.m (Rader *et al.*, 2003; Gerald & Spezzano Jr., 2005; Koch & Wolmarans, 2009). Sin embargo, se han registrado poblaciones establecidas en hábitats temporales, embalses, lagunas, aguas salobres, cuerpos de agua de hasta 37°C (Brown, 1994; Peso & Quintana, 1999; Duggan, 2002; Facon *et al.*, 2004) y en localidades con altitudes inferiores a los 100 m.s.n.m. (Santos *et al.*, 2003; López-López *et al.*, 2009).

En este contexto, el potencial establecimiento de la especie en el río Uruguay y sus áreas de influencia, sumado a la posible dispersión pasiva a través de vegetación flotante o del propio flujo del río, podrían ampliar la distribución geográfica de la especie hasta nuevos ambientes de la cuenca media e inferior del río y cabría esperarse su introducción en la República Oriental del Uruguay.

La presencia de *M. tuberculata* en el río Uruguay, podría tener impactos ecológicos serios como resultado de la competencia con otros organismos de agua dulce, incluyendo gasterópodos nativos y bivalvos. Esta especie ha causado el desplazamiento de especies nativas en diversos hábitats, constituyendo una amenaza a la malacofauna local (Pointer, 1993, Rader *et al.*, 2003). Además, la presencia de la especie podría tener impacto sanitario ya que *M. tuberculata* es un hospedador intermediario de parásitos peligrosos para humanos, ganado y especies silvestres, incluyendo peces de importancia económica e, indirectamente, aves (Rader *et al.*, 2003; Mitchell *et al.*, 2007; Cowie *et al.*, 2009; Pinto & Melo, 2010).

Considerando la introducción de *M. tuberculata* en este nuevo curso de agua, se recomienda el monitoreo y control del río Uruguay y áreas de influencia para evaluar su potencial establecimiento y consecuencias asociadas.

Agradecimientos

A los Dres. Gustavo Darrigran y Néstor Cazzaniga por la revisión crítica, correcciones y sugerencias que permitieron la mejora sustancial del manuscrito.

REFERENCIAS

Brown, D.S. 1994. Freshwater snails of Africa and their medical importance. 2nd. ed. Taylor & Francis, London, 608 p.

Callisto, M.; Moreno, P.; Gonçalves, J.F. Jr.; Ferreira, W.R.; Gomes, C.L.Z. 2005. Malacological assessment and natural infestation of *Biomphalaria straminea* (Dunker, 1848) by *Schistosoma mansoni* (Sambon, 1907) and *Chaetogaster limnaei* (K. Von Baer, 1827) in an urban eutrophic watershed. Brazilian Journal of Biology 65: 217–228.

Campos, J.; Calvo, A. 2006. Moluscos introducidos en Uruguay. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 9 (89): 75–78.

Cianfanelly, S.; Lori, E.; Bodon, M. 2007. Non-indigenous freshwater molluscs and their distribution in Italy. *In*: Gherardi, F., Biological invaders in inland

waters: Profiles, distribution, and threats. Springer Netherlands, pp. 103–121.

Cowie, R.H.; Robinson, D.G. 2003. Pathways of introduction of nonindigenous land and freshwater snails and slugs. *In*: Ruiz G.; Carlton, J.T. Invasive species: Vectors and Management Strategies. Island Press, Washington, D.C., pp. 93–122.

Cowie, R.H.; Dillon Jr. R.T.; Robinson D.G.; Smith J.W. 2009. Alien non-marine snails and slugs of priority quarantine importance in the United States: A preliminary risk assessment. American Malacological Bulletin 23: 113–132.

Darrigran, G.; Damborenea, C. 2006. Bio-invasiones. *In*: Darrigran, G.; Damborenea, C. Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano. Edulp. La Plata, Argentina, pp. 17–43.

Derraik, J.G.B. 2008. The potential significance to human health associated with the establishment of the snail *Melanoides tuberculata* in New Zealand. New Zealand Medical Journal 121: 25–32.

Dudgeon, D. 1986. The life cycle, population dynamics and productivity of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda, Prosob., Thiaridae) in Hong Kong. Journal of Zoology 208: 37–53.

Duggan, C. 2002. First record of a wild population of the tropical snail *Melanoides tuberculata* in New Zealand natural waters. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 36: 825–829.

Facon, B.; Pointier, J.P.; Glaubrecht, M.; Poux, C.; Jarne, P.; David, P. 2003. A molecular phylogeography approach to biological invasions of the New World by parthenogenetic Thiarid snails. Molecular Ecology 12: 3027–2039.

Facon, B.; Machline, E.; Pointier, J.P.; David, P. 2004. Variation in desiccation tolerance in freshwater snails and its consequences for invasion ability. Biological Invasions 6: 283–293.

Fernandez, M.A.; Thiengo, S.C.; Simone, L.R.L. 2003. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. The Nautilus 117: 78–82.

Gerald, G.W.; Spezzano, L.C. Jr. 2005. The influence of chemical cues and conspecific density on the temperature selection of a freshwater snail (*Melanoides tuberculata*). Journal of Thermal Biology 30: 237–245.

Gutiérrez Gregoric, D.E.; Vogler, R.E. 2010. Colonization risks of the invading freshwater gastropod *Melanoides tuberculatus* (Thiaridae) in Rio de la Plata (Argentina – Uruguay). Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 573–577.

Gutiérrez Gregoric, D.E.; Nuñez, V.; Ferrando, N.S.; Rumi, A. 2007. First record of invasive snail *Melanoides tuberculatus* (Müller) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) for the Iguazú river basin, Argentina–Brasil. Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay 9: 109–112.

Koch, K.N. de; Wolmarans, C.T. 2009. Distribution and habitats of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) and *M. victoriae* (Dohrn, 1865) (Mollusca: Prosobranchia: Thiaridae) in South Africa. Water SA 35(5): 713–720.

Letelier, S; Ramos L., A.M.; Huaquín M., L.G. 2007. Moluscos dulceacuícolas exóticos en Chile. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 9S–13S.

Lodge, D.M. 1993. Biological invasions – lessons for ecology. Trends in Ecology & Evolution 8: 133–137.

López-López, E.; Sedeño-Díaz, J.E.; Tapia Vega, P.; Oliveros, E. 2009. Invasive mollusks *Tarebia granifera* Lamarck, 1822 and *Corbicula fluminea* Müller, 1774 in the Tuxpan and Tecolutla rivers, Mexico: spatial and seasonal distribution patterns. Aquatic Invasions 4: 435–450.

Mainka, S.A.; Howard, G.W. 2010. Climate change and invasive species: double jeopardy. Integrative Zoology 5: 102–111.

Mitchell, A.J.; Hobbs, M.S.; Brandt, T.M. 2007. The effect of chemical treatments on red-rim Melania *Melanoides tuberculata* an exotic aquatic snail that serves as a vector of trematodes to fish and other species in the USA. North American Journal of Fisheries Management 27: 1287–1293.

Nentwig, W. 2007. Biological invasions: why it matters. *In*: Nentwing, W. Biological invasions. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 1–9.

Peso, J.G.; Quintana, M.G. 1999. Otro molusco de origen asiático introducido en la Cuenca del Plata: *Melanoides tuberculata* en el embalse de Yacyretá, Argentina/Paraguay (Prosobranchia: Thiaridae). *In*: IV Congreso Latinoamericano de Malacología, Coquimbo, Chile, *Resúmenes*, p. 41.

Pinto, H.A.; Melo, A.L. de. 2010. *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) as an intermediate host of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in Brazil. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo 52: 207–210.

Pointier, J.P. 1989. Conchological studies of *Thiara (Melanoides) tuberculata* (Mollusca: Gastropoda:

Thiaridae) in the French West Indies. Walkerana 3: 203–209.

Pointier, J.P. 1993. The introduction of *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) to the island of Saint Lucia (West Indies) and its role in the decline of *Biomphalaria glabrata*, the snail intermediate host of *Schistosoma mansoni*. Acta Tropica 54–19.

Pointier, J.P.; Delay, B.; Toffart, J.L.; Lefèvre, M.; Romero–Alvarez, R. 1992. Life history traits of three morphs of *Melanoides tuberculata* (Gastropoda: Thiaridae), an invading snail in the French West Indies. Journal of Molluscan Studies 58: 415–423.

Quintana, M.G.; Peso, J.G.; Pérez, D.C. (2001–2002) Alteración del régimen fluvial y reemplazo de especies de Thiaridae en el embalse de Yacyretá (Argentina–Paraguay). Journal of Medical & Applied Malacology 11: 107–112.

Rader, R.B.; Belk, M.C.; Keleher, M.J. 2003. The introduction of an invasive snail (*Melanoides tuberculata*) to spring ecosystems of the Bonneville Basin, Utah. Journal of Freshwater Ecology 18: 647–657.

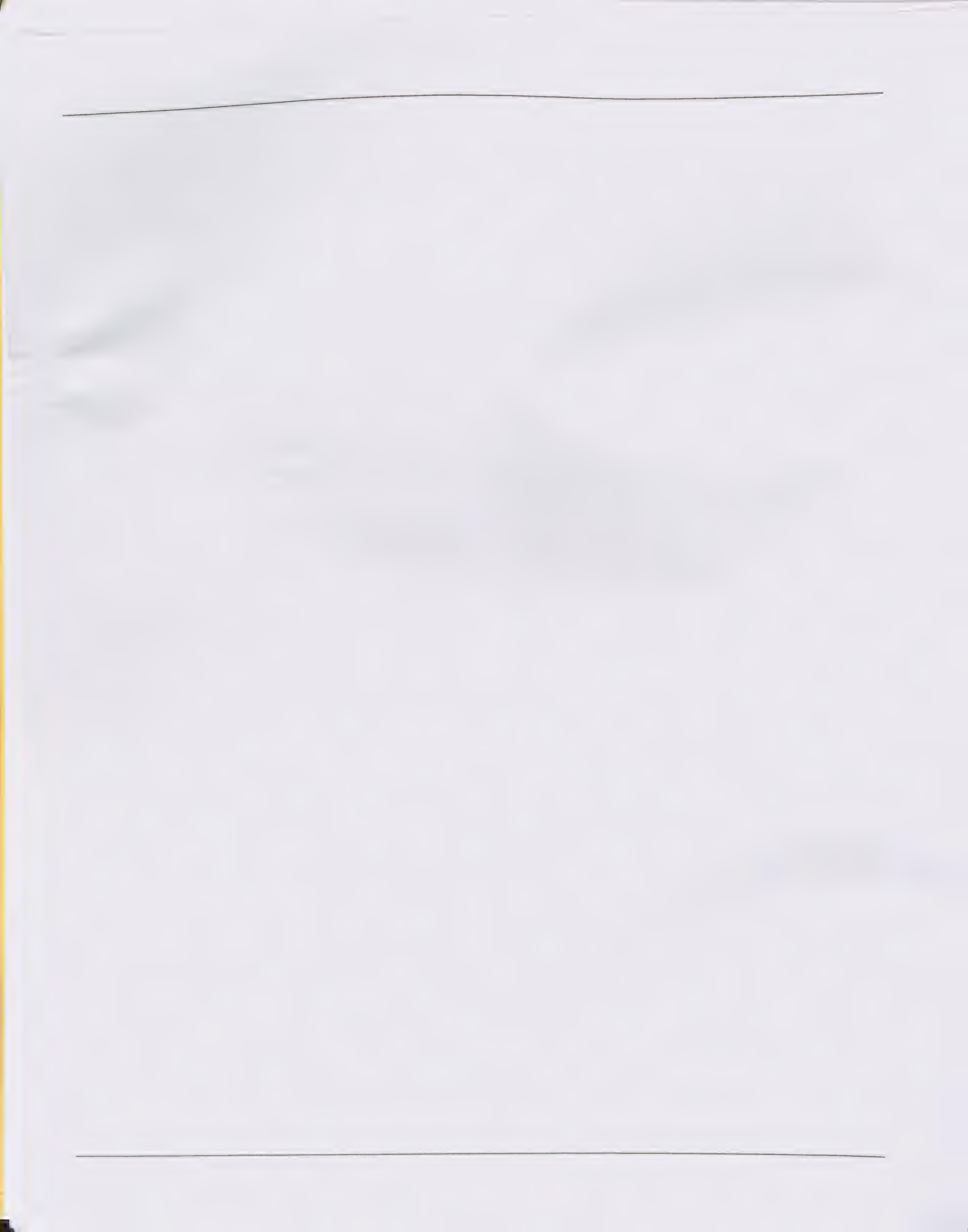
Samadi, S.; Mávarez, J.; Pointier, J.P.; Delay, B.; Jarne, P. 1999. Microsatellite and morphological analysis of population structure in the parthenogenetic freshwater snail *Melanoides tuberculata*: insights into the creation of clonal variability. Molecular Ecology 8: 1141–1153.

Santos, S.B.; Miyahira, I.C.; Lacerda, L.E.M. 2007. First record of *Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774) and *Biomphalaria tenagophila* (d´Orbigny, 1835) on Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. Biota Neotropica 7: 361–364.

Strong, E.E.; Gargominy, O.; Ponder, W.F.; Bouchet, P. 2008. Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. Hydrobiologia 595: 149–166.

Recibido: 2 de setiembre de 2010

Aceptado: 17 de diciembre de 2010



Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay
9 (93): 237 – 243. 2010

ISSN 0037- 8607

ARTÍCULO ORIGINAL

DESCRIPTION OF EGG CAPSULES OF *VOLUTA EBRAEA* LINNAEUS, 1758 (GASTROPODA: NEOGASTROPODA)

Helena Matthews-Cascon*♣, Cristina Rocha-Barreira♣, Pablo E. Penchaszadeh† & Gregorio Bigatti

ABSTRACT

Voluta ebraea Linnaeus, 1758 is an endemic volutid from north and northeast Brazil. Characteristic volutid egg capsules were found attached to the alga *Udotia occidentalis* in sea grass beds. Morphology and size of those egg capsules and embryos as well as protoconch and radulae of juvenile and adults confirm that all the spawns found belong to *V. ebraea*. Egg capsules, are circular and flattened with a mean diameter of 18.2 mm, presenting analogous morphology and size to those of *Voluta musica*, endemic from Venezuela. An opening through which crawling juveniles emerge is located at the center of the egg capsules with a suture from the base to the central opening. The average number of hatchlings was three and the mean shell length of juveniles 7.8 mm. Histochemical techniques showed that egg capsules wall is composed of three layers, containing protein, carbohydrates and glycoprotein. Identifying and protecting *V. ebraea* egg capsules in the wild could help to conserve this endemic and endangered species.

KEY WORDS: Volutidae, embryonic development, endemic species, Brazil

RESUMEN

***Descripción de las cápsulas ovígeras de Voluta ebraea* Linnaeus, 1758 (Gastropoda: Neogastropoda).** *Voluta ebraea* Linnaeus, 1758 es un volútido endémico del norte y nordeste de Brasil. Ovicápsulas características de la familia Volutidae fueron encontradas adheridas al alga *Udotia occidentalis* en praderas de fanerógamas marinas. La morfología y tamaño de las ovicápsulas y embriones, así como la rádula y protoconcha de juveniles y adultos confirman que las puestas encontradas corresponden a *V. ebraea*. Las ovicápsulas son circulares y aplanadas con un diámetro medio de 18.2 mm, presentando morfología y tamaños similares a las ovicápsulas de *Voluta musica*, endémica de Venezuela. Las ovicápsulas presentan una apertura en el centro (por donde emergen los juveniles) y una sutura desde ésta hasta la base. En promedio eclosionaron tres juveniles por ovicápsula, con un largo promedio de 7.8 mm. Las técnicas histoquímicas realizadas demostraron que la pared de las ovicápsulas está compuesta por tres capas, conteniendo proteínas, carbohidratos y glicoproteínas. La identificación y protección de las ovicápsulas de *V. ebraea* encontradas en el campo podría ayudar a conservar esta especie endémica y amenazada.

PALABRAS CLAVE: Volutidae, desarrollo embrionario, especies endémicas, Brasil

INTRODUCCIÓN

South American volutids lay egg capsules that are attached to hard substrata such as shells, stones or elasmobranch egg capsules (Penchaszadeh *et al.*, 1999, Penchaszadeh & Miloslavich, 2001, Bigatti *et al.*, 2010). *Adelomelon brasiliana* (Lamarck, 1811) is the only South American volutid to lay unattached egg capsules that drift on the sea bottom (Penchazadeh & De Mahieu, 1974; Penchaszadeh *et al.*, 1999; Cledón *et al.*, 2005). A particular case is *Odontocymbiola magellanica* (Gmelin, 1791) that lays egg capsules covered by a magnesium calcite external layer, deposited by the female pedal gland (Bigatti *et al.*, 2010). Volutid egg capsules are easily differentiated from other gastropod spawns.

The genus *Voluta* comprises three species: *V. musica* Linnaeus, 1786, *V. ebraea* Linnaeus, 1758 and *V. virescens* Solander, 1786 (*Clench & Turner*, 1964). Studies on egg capsules of this genus were studied by Bandel (1975; 1976) who described the egg capsules of

* Departamento de Biologia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Brasil

♣ Instituto de Ciências do Mar (Labomar) Universidade Federal do Ceará, Brasil

† MACN-CONICET and Depto. Biología, FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

LARBIM-Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET), Boulevard Brown 2915. Puerto Madryn (9120), Argentina. gbigatti@cenpat.edu.ar

V. virescens from Colombia and by Penchaszadeh & Miloslavich (2001) who studied biochemical aspects of the development of *V. musica* from Venezuela. *Voluta musica* is an endemic volutid gastropod restricted to the Venezuelan and Colombian Caribbean as well as to some Caribbean Islands (Clench & Turner, 1964). The spawn of *V. musica* consists of a single, circular and flattened egg capsule measuring 18 mm in basal mean diameter, with one to five eggs embedded in a dense, mucous liquid. At hatching, crawling juveniles measure approximately 7 mm in shell length.

Voluta ebraea, an endemic volutid snail restricted to north and northeast Brazil, is distributed from Pará to Bahía states (Clench & Turner, 1964; Rios, 1970; Cosel, 1976). Matthews (1969) found that *V. ebraea* was more abundant at 25 to 40 meters depth. Other authors, however have found this species in the shallow waters of Ceará state, living on corals, rocks or sandy bottoms (Ríos, 1994; Cordeiro, 1999; Dias, 2008).

Limited research has been published about *V. ebraea*, except for anatomical, imposex incidence and feeding studies. Clench & Turner (1964) and Rios (1970) state that *V. ebraea* exhibits external sexual dimorphism, the female shell width being greater than that of the male. Fertilization in *V. ebraea* is internal as in all neogastropods with females laying external egg capsules, which have not been known until now. *Voluta ebraea* is captured and sold for ornamental purposes in northeast Brazil (Alves *et al.*, 2006) and is being consumed by some coastal communities (Farias & Barreira, 2007). Population declines have occurred on coastal reefs or in shallow waters where this species was previously abundant (Dias, 2008). Imposex incidence in *V. ebraea* was reported by de Castro *et al.* (2008) from marine traffic zones in Ceará state.

The study of the spawn, egg capsules and embryos of gastropods is important not only for studies of reproductive biology in general, but also for its implication for dispersal, biogeography and for taxonomy (Pastorino & Penchaszadeh, 2009). In this paper we describe for the first time veliger embryos and hatchlings of *V. ebraea* from the shallow waters of Ceará state, Brazil, as well as capsular morphology and wall composition.

Materials and Methods

Sampling

Egg capsules and adults of *V. ebraea* were collected by snorkeling at Paracurú beach (3° 23' 53" S - 39° 00' 58,8" W), Ceará state, Brazil during low tides (0.5 to 3 m depth) in December 2005 and October 2006. Paracurú beach is located in western Ceará State, 90 km from the capital city, Fortaleza. After collecting, material was maintained in sea water and transported to the laboratory at the Universidade Federal do Ceará. Alive egg capsules were kept in 20 l aquaria with aerated sea water and maintained at room temperature (approximately 24 °C). Voucher material was deposited in the Malacological collection "Professor Henry Ramos Matthews" Labomar, Universidade Federal do Ceará (PHRM-LABOMAR, UFC N.3286-3896).

Egg capsule and embryo morphology

The diameter and height of the egg capsules were measured with a caliper. Development was registered until hatching when possible by keeping egg capsules in aquaria and recording hatching with a video camera. Protoconchs of hatchlings were observed using scanning electronic microscopy (SEM, Philips XL 30) at the Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". The veliger and pre-hatching developmental stages were measured and photographed alive with a light microscope.

Egg capsule wall composition

Pieces of egg capsule walls were fixed in Bouin's saline solution for eight hours, dehydrated in a graded series of ethanol, cleared in xylene and embedded in paraffin wax. The capsule walls were sectioned at 7 µm thickness and stained with Harris' hematoxylin followed by 1% aqueous eosin for morphological analysis. To asess whether protein was present within the egg capsule wall, the bromophenol blue technique was used. Periodic Acid-Schiff reaction (PAS) and Alcian blue/PAS staining were used to detect the presence of acidic mucopolysaccharides and carbohydrates in the egg capsule wall (Bayne, 1968). Measurements of the egg capsule wall width and the different layers were made using a light microscope at 40X magnification.

Results

A total of 40 egg capsules of *V. ebraea* were found attached to the green calcareous alga *Udotia occidentalis* A.Gepp and E.S. Gepp (Fig. 1 A and B) in the same place that *V. ebraea* adults were found (1 to 2 meters depth in sea grass beds off Paracurú beach, Ceará state, Brasil).

Egg capsule morphology

Egg capsules are circular and flattened (Fig. 1 A and B). The diameter of the egg capsule (N=40) averaged 18.2 ± 2.63 mm (range 15.1-29.5 mm). The height of the egg capsule averaged 0.73 ± 0.27 mm (range 0.5-1.27 mm). An opening was observed in the center of the capsules as well as a suture from the base to the opening. Eighty two percent of the egg capsules

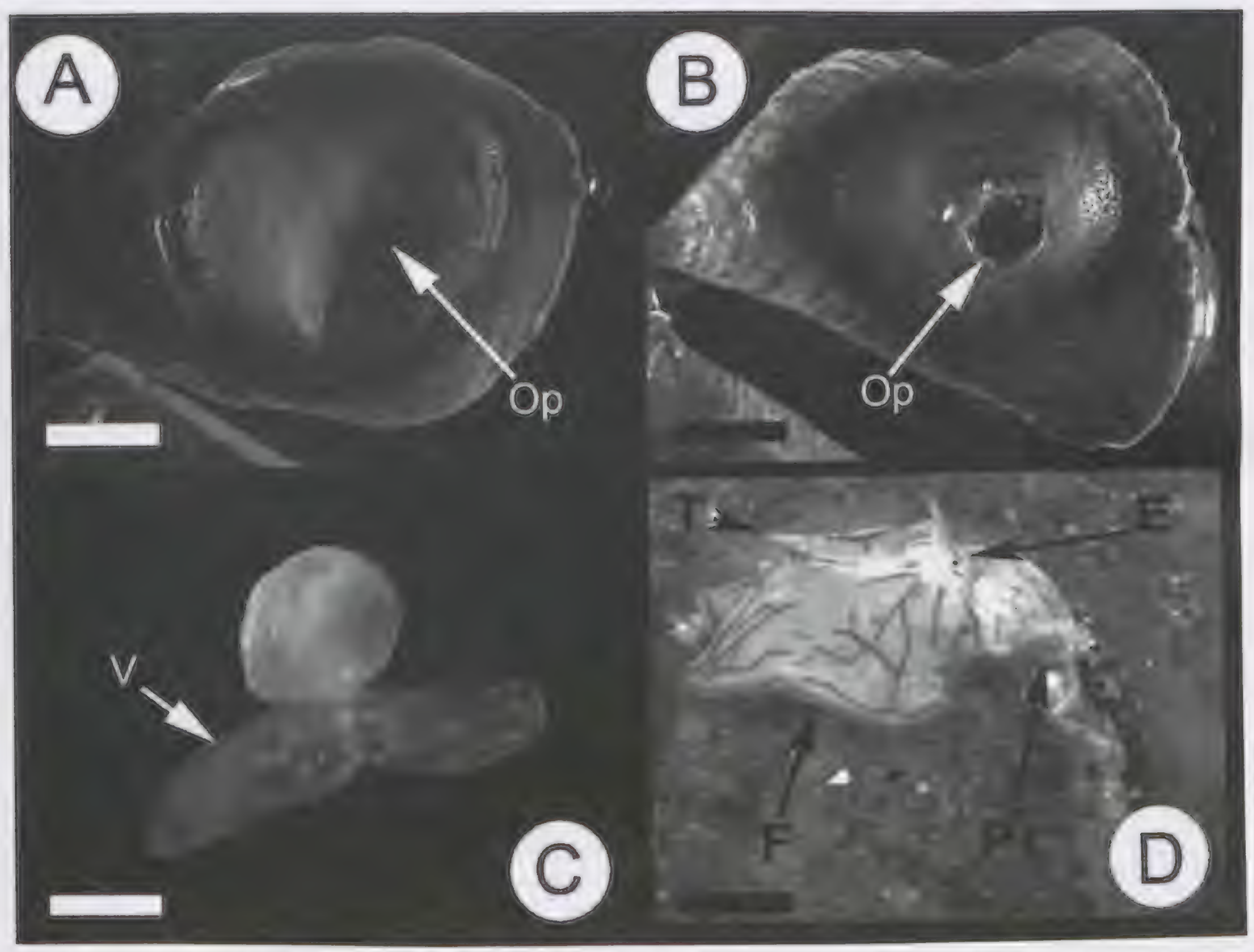


Figure 1: A: egg capsule of *Voluta ebraea* recently laid and attached to the calcareous green alga *Udotia occidentalis*. B: hatched egg capsules with broken opening, C: intracapsular "veliger" stage with a large velum, D: juvenile hatching from the opening (note the foot pattern coloration, typical of *V. ebraea*). Abbreviations: E: eye, F: foot, Op: opening, Pr: protoconch, T: tentacle, V: velum, Scale bars: A and B= 3cm, C and D=3mm.

were found fixed to the concave side of the alga, while 18% were fixed to the convex side. On the other hand, 86% of the algae examined had only one egg capsule attached, 9% presented two and 5% presented three egg capsules attached to both sides of the alga.

Embryo morphology

We found egg capsules at different stages of development from early veligers to juveniles. Capsules containing juveniles lacked nurse eggs, and embryos were surrounded by intracapsular fluid. Embryos at the "veliger" stage (Fig. 1C) had a large bilobed velum that could be easily recognized. The velum generates a current that allow it to ingest the intracapsular fluid. At this stage the embryo body (without velum) measures 3.84 mm (SD = 0.34).

In the aquarium, between two and five (mean = 3.0, SD = 0.8) crawling juveniles hatched from the opening of each egg capsule (Fig. 1D). Juveniles had the same pattern of coloration in the foot as the adults (Fig. 2 A and B), and the same external morphology, i.e the typical operculum of the species, shell shape, etc. The mean shell length of hatching juveniles was 7.8 mm (SD = 0.5) and the mean height of the shell was 5.1 mm (SD = 0.8). Egg capsules hatched can be identified in the field by a broken opening (Fig. 1B).

SEM pictures showed that the protoconchs of juveniles had 2.25 whorls (Fig. 2C), the same as the adults (Fig. 2D). The teleoconch has parallel plicae (Fig. 2 C and D) as in the adult shell, but without the spines characteristic of larger specimens.

Egg capsule wall composition

Bromophenol Blue and H-E staining showed that the egg capsule wall is composed by three protein layers (Fig. 3). The external layer (L1) is dense, homogeneous and amorphous, and is composed only by proteins. Its width varies from 250 μm to 300 μm. The medium layer (L2) is also composed by protein fibers orientated in either a circular or longitudinal direction. Its width ranges from 32.5 μm to 72.5 μm. Layers L1 and L2 are strongly attached together. The internal layer (L3)

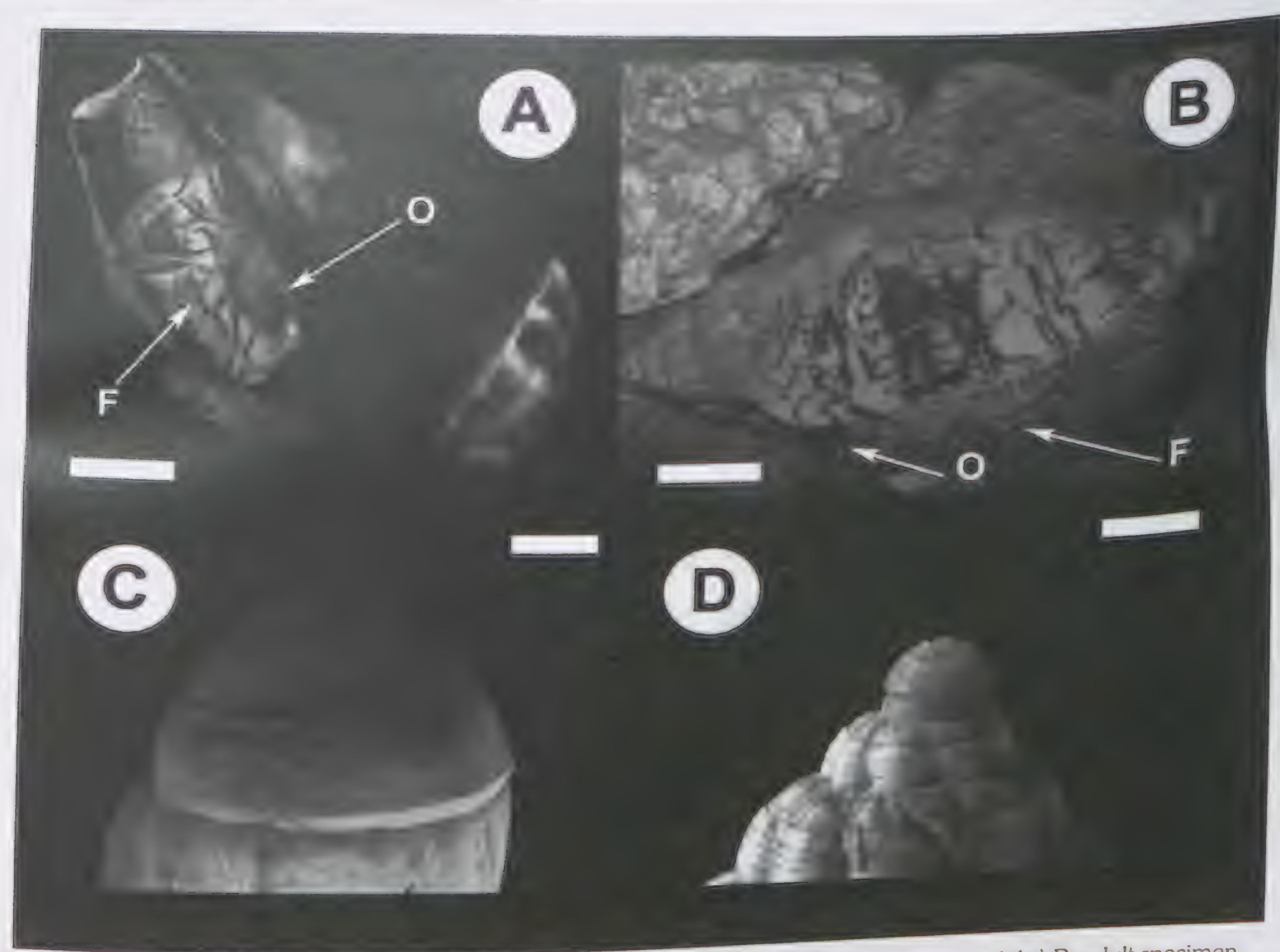


Figure 2: A: juvenile after hatching (note the operculum and pattern coloration of foot, similar to adults) B: adult specimen showing the same pattern coloration than juvenile, C: SEM of juvenile protoconch. D: adult protoconch. Abbreviations: F: foot, O: operculum. Scale bars: A= 1mm, B= 2cm, C= 1mm, D=4mm.

is a very thin protein layer (25 μm width) that is not attached to the other layers, and is visibly separated when fresh egg capsules are opened. The alcian blue/PAS technique confirmed the presence of carbohydrates and glycoproteins in L3. This layer is composed of at least five sub-layers, showing an internal protein layer followed by an internal carbohydrate zone. The latter is preceded by a protein layer, another thin carbohydrate layer and another protein layer, located in the inner side of the capsule. The L3 layer remains in contact with the intracapsular fluid.

All egg capsule walls studied corresponds to "veliger" stage embryos, so we assume they had been spawned some time ago. Because of that, epibiotic algae grew on the external face of the egg capsule, so L1 was externally PAS positive and had an irregular surface.

DISCUSSION

All known volutid egg capsules are similar in shape and easily distinguishable from spawns of other gastropod families. The morphology of the egg capsules of *V. ebraea* found in this work is remarkably similar to those of *V. musica* from Venezuelan shallow waters. The spawn of *V. ebraea* was unknown until now and together with *V. musica* egg capsules are the smallest registered for South American volutes. *Voluta musica* egg capsules are hemispheric and measure approximately 18 mm in basal diameter (Clench & Turner 1964, Cosel 1976), similar to the size of *V. ebraea* (18.2 mm), suggesting that the size and shape is a characteristic feature of the genus *Voluta*.

The occurrence of volutid egg capsules attached to algae was not reported previously. *Udotia occidentalis* is a calcareous alga from shallow waters with hard consistency and similar shape to bivalve empty shells, the typical substrate for volutid egg capsule laying (Penchaszadeh *et al.*, 1999; Bigatti *et al.*, 2008, Bigatti *et al.*, 2010). Possibly, deeper

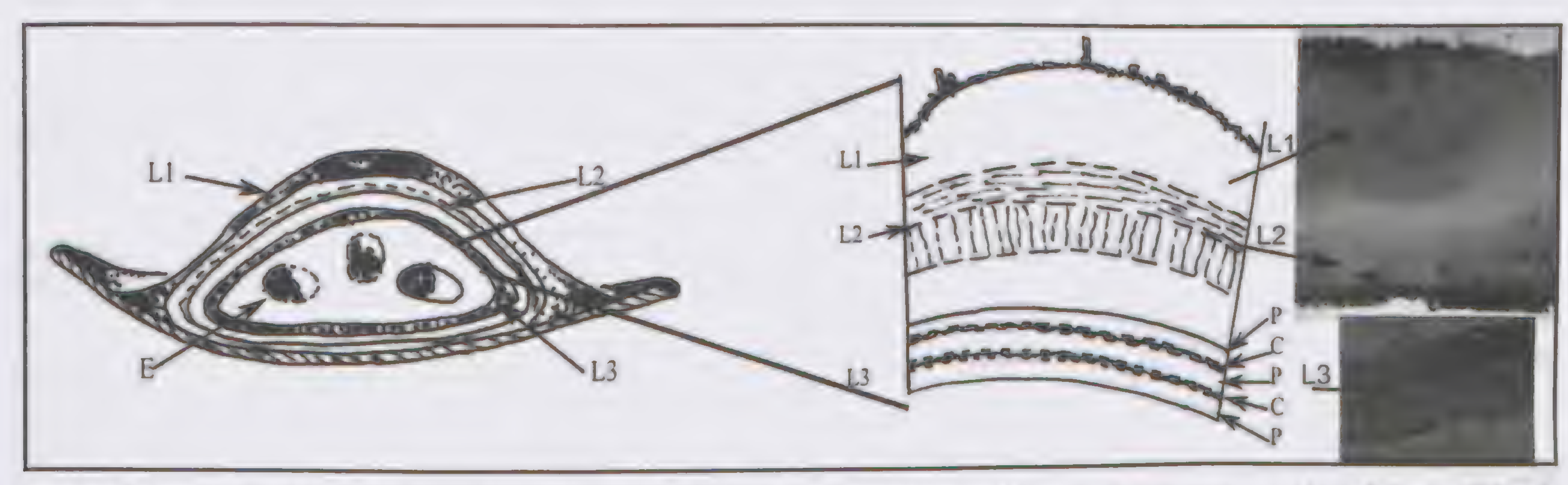


Figure 3: Diagram and histological sections of egg capsules wall (transversal cut) . showing the composition of the 3 layers (L1 and L2: bromophenol blue staining; L3: PAS staining). P=protein composition, C=carbohydrates (PAS +) composition.

populations of *V. ebraea* could utilize bivalve shells as spawn substrate as other South American volutes do. The habitat where the egg capsules and adults were found in this work is the same as that described for *V. ebraea* in other zones in northeast Brazil by Dias (2008), and similar to the habitat of *V. musica* from Venezuela (Penchaszadeh & Miloslavich, 2001; Peralta *et al.*, 2008). The egg capsules of *V. musica* from Venezuela were found attached to hard substrata, usually to the internal side of empty bivalve shells (Penchaszadeh & Miloslavich, 2001; Peralta *et al.*, 2008).

In other volutids studied in South Atlantic waters, the egg capsules also contain few eggs and the embryos feed on substances contained in the intracapsular fluid. In these, development is direct and hatchlings may have a shell length of more than 8 mm (de Mahieu *et al.*, 1974; Penchaszadeh *et al.*, 1999; Bigatti, 2005). The exception to this rule is *V. virescens* whose egg capsules contain about 200 eggs of which only one or two develop ingesting the rest as nurse eggs (Bandel, 1976). Gibson-Smith (1973) reported three or four embryos inside each egg capsule of *V. musica*, all of them developing to the hatching stage. In the case of *V. ebraea* three embryos developed on average probably after they consumed the intracapsular fluid. The internal egg capsule layer (L3), which contains carbohydrates and glycoproteins is a potential source of food, but it was not registered in this work.

The histochemical composition of the egg capsule revealed a protein -carbohydrates composition. Miloslavich (1996) reported the biochemical composition of some prosobranch egg capsules, founding protein, glycogen and lipids potentially available for the embryos to feed on. Penchaszadeh *et al.* (1999) reported a protein egg capsule wall for members of the genus *Adelomelon*. In *Odontocymbiola magellanica* the egg capsule wall is also composed of three protein layers and has an ultrastructure of protein fibers attached to globular proteins constituting a semi-permeable membrane that allow the passage of gases, water and probably small molecules (Bigatti *et al.*, 2010). The existence of permeable protein layers has been reported in other neogastropods (D´Asaro, 1986; Hawkins and Hutchinson, 1988). Although we did not study the permeability of the egg capsule wall of *V. ebraea*, the composition is similar to other volutids studied and semi-permeability for small molecules is predictable.

An outstanding characteristic during the embryonic development of *V. musica* is the presence of a large velum (Penchaszaeh & Miloslavich, 2001) as reported for *V. ebraea*. The velum may have several functions in species with intracapsular metamorphosis. The first is for handling and ingesting nurse eggs (Fioroni & Schmekel, 1976) or the ingestion of intracapsular fluid as observed in this work. Other volutids studied present smaller velum during development (De Mahieu *et al.*, 1974, Bigatti *et al.*, 2005) and also use it to feed on intracapsular fluids. When comparing protoconch whorls of *V. ebraea*, we registered the same as in adult specimens (2.25 whorls). Clench & Turner (1964) reported two whorls in protoconchs probably due to intraspecific variations (these authors observed only two individuals).

All Volutidae members fix and shape their capsules with a pedal (or cementing) gland, and all the genera studied up to now have a different kind of egg capsule. A comparative study on functional anatomy of pedal glands within the Volutidae should be undertaken in order to determine whether differences in egg capsule shape are correlated or not with differences in the pedal gland microstructure.

Although further studies regarding reproduction and development of *V. ebraea* are

necessary, information and protection of their egg capsules, particularly in human accessible beaches or fisheries zones, could allow the conservation and recuperation of this endemic and endangered species.

Acknowledgments

This study is a result of the CAPES/SECYT Cooperation Project N. 082/05. We thank Norma Pinheiro Dantas of the LABOMAR (UFC) for the identification of the algae and Fabián Tricarico (MACN) for SEM assistance.

References

Alves, M.S.; Silva, M.A; Melo, Jr. M.; Paranaguá, M.N.; Pinto, S.L.. 2006. Zooartesanato comercializado em Recife, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Zoociências 8: 99-109.

Bandel, K. 1975. Embryonalgehause karibischer Meso- und Neogastropoden (Mollusca). Akademie der Wissensschaften und der Literatur, Mainz, 1: 1-133

Bandel, K. 1976. Spawning, development and ecology of some higher Neogastropoda from the Caribbean Sea of Colombia. The Veliger 19(2): 176-193.

Bayne, C. J. 1968. Histochemical studies on the egg capsules of eight gastropod molluscs. Proceedings of the Malacological Society of London 38: 199-212.

Bigatti, G. 2005. "Anatomía, ecología y reproducción del caracol rojo *Odontocymbiola magellanica* (Gastropoda: Volutidae) en golfos norpatagónicos". Ph. D. dissertation. Universidad de Buenos Aires, Argentina. 178 pp.

Bigatti, G.; Marzinelli, E M.; Penchaszadeh, P. E. 2008. Seasonal reproduction and sexual maturity of *Odontocymbiola magellanica* (Neogastropoda: Volutidae) in Patagonian shallow waters, Argentina. Invertebrate Biology 27 (3): 314-326.

Bigatti, G.; Giraud-Billoud, M.; Vega, I.A.; Penchaszadeh, P.E.; Castro-Vazquez, A. 2010. The calcified egg capsule of the Patagonian neogastropod *Odontocymbiola magellanica*: morphology, secretion and mineralogy. Journal of Molluscan Studies 76(3): 279-288

de Castro, Í.B.; Meirelles, C.; Matthews-Cascón, H.; Rocha-Barreira, C.A.; Penchaszadeh, P.E.; Bigatti, G. 2008. Imposex in endemic volutids from Northeast Brazil (Mollusca: Gastropoda). Brazilian Archives of Biology and Technology 51 (5): 1065-1069.

Cledón, M.; Arntz, W.; Penchaszadeh, P.E. 2005. Gonadal cycle in an *Adelomelon brasiliana* (Neogastropoda: Volutidae) population of Buenos Aires province, Argentina. Marine Biology 147: 439-445

Clench, W.J.; Turner, R.D. 1964. The subfamilies Volutinae, Zidoninae, Odontocymbiolinae, Calliotectinae in the Western Atlantic. Johnsonia 4(43): 129-180.

Cordeiro, G. V. 1999. Estudo sistemático e anatômico de *Voluta ebraea* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda: Volutidae). Bachelor Thesis. Universidade Federal do Ceará. 28 pp.

Cosel, R. v. 1976. Contribución al conocimiento del género *Voluta* Linné, 1758 (Prosobranchia) en la costa del Caribe de Colombia. Mitteilungen aus dem Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas 8: 83-104.

D`Asaro, C. N.1986. Micromorphology of neogastropod egg capsules. The Nautilus 102 (4): 134 - 148.

De Mahieu, G.C; Penchaszadeh, P.E.;Casal, A.1974. Algunos aspectos de las variaciones de proteínas y aminoácidos libres totales del líquido intracapsular en relación al desarrollo embrionario en *Adelomelon brasiliana* (Lamarck, 1811). Cahiers de Biologie Marine 15: 215-227.

Dias, T.L.P. 2008. First field study of the Brazilian endemic marine gastropod *Voluta ebraea* (Mollusca: Volutidae). JMBA2 - Biodiversity Records 1-4.

Farias, M.F.; Barreira, C.A.R. 2007. Conchas de moluscos no artesanato Cearense. Coleção Habitat 2. Fortaleza: Nave/LABOMAR.

Fioroni, P.; Schmekel, L. 1976. Die nährstoffreiche Gastropoden-Ontogenese. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere 96: 74-171.

Gibson-Smith, J. 1973. The genus *Voluta* (Mollusca, Gastropoda) in Venezuela with description of two new species. Geos 20: 65-73.

Hawkins, L. E.; Hutchinson, S. 1988. Egg capsule structure and hatching mechanism of *Ocenebra erinacea* (L.) (Prosobranchia: Muricidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 119: 269-283.

Matthews, H. R. 1969. Notas sobre a familia Volutidae no nordeste brasileiro (Mollusca: Gastropoda). Arquivos de Ciencias do Mar 9: 71-75.

Miloslavich, P. 1996. Biochemical composition of prosobranch egg capsules. Journal of Molluscan Studies 62: 133-135.

Pastorino, G.; Penchaszadeh, P.E. 2009. Egg capsules, eggs and embryos of *Trophon acanthodes* (Gastropoda: Muricidae) and its new generic position. Journal of Molluscan Studies 75: 51-65

Penchaszadeh, P.E., Miloslavich, P.; Lasta, M.; Costa, P.M. 1999. Egg capsules in the genus *Adelomelon* (Caenogastropoda: Volutidae) from the Atlantic coast of South America. The Nautilus 113: 56-63.

Penchaszadeh, P.E.; Miloslavich, P. 2001. Developmental biology and biochemical content of the embryos and intracapsular liquid of *Voluta musica* (Caenogastropoda, Volutidae) during early development. American Malacological Bulletin 16:21-31.

Peralta, A.C.; Miloslavich, P.; Bigatti, G. 2008. Ciclo reproductivo e imposex en *Voluta musica* (Caenogastropoda: Volutidae) en Isla Caribe, Venezuela. VII Congreso Latinoamericano de Malacología (Valdivia, Chile, 3-7 de noviembre de 2008), Libro de Resúmenes: 205.

Rios, E. C. 1970. Coastal Brazilian seashells. Museu Oceanográfico da Fundação Universidade do Rio Grande, 255 pp. + 60 pls. + 4 maps.

Ríos, E. C. 1994. Seashells of Brazil (second edition). Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, 368 pp. + 113 pls.

Recibido: 5 de agosto de 2010

Aceptado: 15 de noviembre de 2010



Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay
9 (93): 245 – 252. 2010

ISSN 0037- 8607

ARTÍCULO ORIGINAL

PRIMER REGISTRO SOBRE LA PRESENCIA DE *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG, 1793) (BIVALVIA: OSTREIDAE) EN EL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA (ARGENTINA)

Eder P. dos Santos* & Sandra M. Fiori*♣

RESUMEN

En 1981 la ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas*, fue introducida para su cultivo en la Argentina (Bahía Anegada, 40° S). El emprendimiento fue abandonado y las ostras se naturalizaron formando extensos arrecifes. En este trabajo se reporta por primera vez la presencia de *C. gigas* en el estuario de Bahía Blanca (38° S), ubicado a 100 km al norte del lugar de introducción original, y se analizan las posibles vías de entrada. En 2010 se realizó una inspección visual de los sustratos duros de las zonas portuarias del estuario de Bahía Blanca. Se identificaron 29 ejemplares de *C. gigas* (rango de tallas: 65 a 148 mm) separados en dos grupos distantes unos 10 km entre sí. Las ostras se hallaron fijas al sustrato donde fueron colectadas, lo cual indicaría un asentamiento natural y descartaría la idea de trasplante o transporte de los ejemplares. Por el momento, la única población conocida que puede actuar como emisora de larvas es la de Bahía Anegada; sin embargo, la zona costera entre ambos ambientes aún no ha sido explorada y no puede descartarse que allí existan otros bancos de *C. gigas*. La presencia de *C. gigas* dentro del estuario de Bahía Blanca, aunque incipiente, es preocupante dado que la temperatura del agua durante el verano, principal condicionante para la reproducción de esta especie, permitiría la maduración sexual, el desove y el desarrollo larval de la especie y su consecuente expansión.

PALABRAS CLAVE: ostra del Pacífico, invasiones marinas, especies exóticas.

ABSTRACT

First record of* Crassostrea gigas *(Thunberg, 1793) (Bivalvia: Ostreidae) in the Bahía Blanca estuary (Argentina). In 1981 the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, was introduced to Argentina (Bahía Anegada 40° S) for aquaculture. The culture operation was abandoned, and oysters became naturalized forming extensive reefs. This contribution reports for the first time the presence of *C. gigas* in the Bahía Blanca estuary (38° S), 100 km north from the original place of the introduction, and possible entry routes are analyzed. A visual inspection was performed in 2010 on hard substrata located in port zones of Bahía Blanca estuary. Some 29 oysters were identified as *C. gigas* (size range: 65-148 mm), separated in two groups 10 km apart. Oysters were found fixed at the substrate where they were collected, suggesting a natural settlement thus rejecting the idea of transplant or transport of these specimens. At present, the only known population which can act as larval source is located at Bahía Anegada; however, we cannot discard the existence of non-reported populations of *C. gigas* in the unexplored coastal zone between both sites. The presence of *C. gigas* in the Bahía Blanca estuary, although incipient, is alarming because water temperature in the summer, one of the main constraints for the reproduction of this species, could allow female sexual maturation, spawning, larval development and thus future expansion of this species.

PALABRAS CLAVE: Pacific oyster, marine invasions, exotic species.

INTRODUCCIÓN

La ostra del Pacífico, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), nativa de Japón, Corea, China y Rusia ha sido introducida en muchos ecosistemas costeros del mundo con fines de cultivo debido a su rápido crecimiento y su tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales (Shatkin et al., 1997).

Esta especie genera más del 90% de la producción mundial de ostras (FAO, 2010), por lo cual el cultivo comercial se ha convertido en una de las principales vías de dispersión de la especie (Wehrmann

* Instituto Argentino de Oceanografía (IADO)-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). CC 804. (8000) Bahía Blanca. Argentina. eder@criba.edu.ar

♣ Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur. San Juan 670 (8000) Bahía Blanca. Argentina. sfiori@criba.edu.ar



Figura 1- Mapa de la provincia de Buenos Aires, Argentina, donde se señalan (círculos) los sitios de distribución actual de *Crassostrea gigas*.

et al., 2000; Ruesnik *et al.*, 2005; Nehring, 2006a; Troost, 2010). El impacto biológico más evidente de la ostra del Pacífico es el cambio de la arquitectura del sustrato donde se establecen sus poblaciones y la modificación de la estructura y dinámica de las comunidades que invade, lo cual genera respuestas diferentes según el grupo taxonómico considerado. En el ambiente donde se establecen alteran el sustrato, la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua, modifican la dinámica sedimentaria costera y aceleran el reciclado de nutrientes (Shatkin *et al.*, 1997; Orensanz *et al.*, 2002; Escapa *et al.*, 2004; Molnar *et al.*, 2008; Troost, 2010).

En la Argentina *C. gigas* fue introducida en Bahía Anegada (39° 50´S - 40° 40´ S y 61° 59´ W - 62° 28´ W, sur de la provincia de Buenos Aires) en 1981 con propósitos de acuicultura (Figura 1). El emprendimiento económico que dio origen a la introducción fue abandonado y las ostras fueron dejadas *in situ*. Años después fueron encontrados algunos ejemplares adultos aislados y en 1994 se detectó una pequeña población establecida 20 km al norte del sitio de introducción original (Borges, 2006). Sin dudas, este núcleo fue el que dio origen a los arrecifes de ostra del Pacífico que en la actualidad cubren los sustratos duros y las marismas dentro de la bahía. La finalidad de este trabajo es reportar la expansión de *C. gigas* hacia un nuevo sitio de establecimiento, el estuario de Bahía Blanca, y analizar cuál ha sido su posible vía de entrada al sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estuario de Bahía Blanca (38° 45´-39° 30´S; 61° 55´-62° 30´W), ubicado al sudoeste del litoral bonaerense, se extiende sobre una superficie de aproximadamente 2300 km^2 y está constituido por un sistema complejo de canales separados entre sí por planicies de marea limo-arcillosas, marismas halófilas e islas. Los fondos duros naturales están confinados a unos pocos sectores dentro del estuario, mientras que



Figura 2- Mapa del estuario de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, donde se indican los sitios de muestreo.

numerosas estructuras portuarias generan gran cantidad de sustrato duro artificial (Piccolo *et al.*, 1997; Aliotta *et al.*, 2009). Dada la importancia desde el punto de vista ecológico que reviste este humedal, unas 210.000 ha están bajo protección especial y conforman la Reserva Natural de Usos Múltiples Bahía Blanca, Bahía Falsa y Bahía Verde, creada en 1998 (Ley provincial 12.101/98).

Debido al intenso tránsito de embarcaciones dentro del estuario de Bahía Blanca, desde el año 2008 se realiza anualmente una inspección visual de los sustratos duros a fin de detectar en forma temprana la presencia de especies bentónicas exóticas. En particular, en abril y mayo de 2010, se recorrieron a pie y durante la marea baja cuatro sectores previamente seleccionados. La elección de los sitios se hizo en base a su factibilidad de acceso desde la costa. El relevamiento cubrió un total de 40 km de costa, con cuatro zonas de muestreo separadas unos 10 km entre sí: Puerto Coronel Rosales y plataforma de abrasión de Villa del Mar (zona externa del estuario), Puerto Ingeniero White (zona media) y Puerto Cuatreros (zona interna) (Figura 2). Las ostras colectadas se identificaron en base a las características morfológicas internas y externas de las valvas, las cuales han sido descriptas y discutidas en detalle por Stenzel (1971). Además, se identificaron y se contaron los organismos adheridos sobre las valvas de las ostras. Todo el material examinado ha sido depositado en el Laboratorio de Ecología Bentónica del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO-CONICET). Las ostras fueron pesadas con balanza analítica (0,001 g) y medidas en sus tres dimensiones, alto (distancia máxima medida entre el umbo y el borde ventral de la valva), largo (distancia máxima medida entre extremo anterior y posterior de la valva) y espesor (medida máxima tomada perpendicularmente al plano de unión de ambas valvas) con calibre electrónico (0,01 mm). Para inferir la posible fecha de reclutamiento de los ejemplares colectados se tomó como referencia un estudio de crecimiento basado en el análisis de la estructura de tallas de la población de *C. gigas* asentada sobre la zona de restinga de Bahía Anegada (Bonel *et al.*, 2004; dos Santos, obs. pers.) (Tabla 1).

Tabla 1 – Rango de tallas-edad determinado para la población de *Crassostrea gigas* de la zona de restinga de Bahía Anegada (Datos tomados de Bonel et al., 2004 y dos Santos, obs. pers.).

Edad estimda (años)	Largo Total (mm)
1	< 64
2	65-95
3	96-144
>4	>145

RESULTADOS

La morfología de las valvas de las ostras encontradas se ajusta a la descripción de la especie *C. gigas*. Los ejemplares examinados presentaron valvas robustas de contorno irregular, desiguales y elongadas; valva izquierda cóncava, derecha plana; cubiertas por lamelas gruesas y concéntricas (Figura 3). La superficie interna de las valvas es de color blanco nacarado con una única impronta muscular. El área de contacto de ambas valvas (charnela) no presenta dentículos ni fosetas (comata) (Stenzel, 1971). Este último carácter permite diferenciar a los especímenes encontrados de las ostras nativas, *Ostrea puelcheana* (d´Orbigny 1841) y *O. spreta* (d´Orbigny 1841), que se caracterizan por la presencia de dentículos y fosetas a ambos lados de la charnela. Aunque no se realizó un análisis detallado de la anatomía interna, se observó en todas las ostras colectadas la presencia de una cámara promial, cavidad interna en la que se almacena agua de mar, característica del género *Crassostrea* y que está ausente en *Ostrea* (Castellanos, 1957; Stenzel, 1971; Borges, 2006) (Figura 3). Por otra parte, de las dos especies de ostras nativas la única intermareal es *O. spreta*, que alcanza una talla máxima de 60 mm, casi la mitad del largo registrado para la mayoría de las ostras encontradas en 2010 en el estuario de Bahía Blanca (Tabla 2) (Castellanos, 1957; 1968).

En total se hallaron 29 ostras vivas y seis valvas correspondientes a cinco individuos, en la zona intermareal del estuario de Bahía Blanca. Todas las ostras estaban cementadas al sustrato sobre el que se desarrollaban. De los individuos hallados vivos, 14 se encontraron asentados sobre la plataforma de abrasión de Villa del Mar y 14 sobre la escollera de Puerto Rosales. En la porción media del estuario se encontró un ejemplar fijo sobre el muelle del Puerto Ingeniero White. No se encontraron ostras en la zona interna del estuario. Las ostras encontradas formaban cuatro núcleos, dos en Villa del Mar y dos en Puerto Rosales, cada núcleo ocupaba una extensión aproximada de 2500 m^2 y la distancia entre individuos varió de 1 a 24 m (promedio =14 ± 8 m). De las seis valvas encontradas, cuatro estaban fijadas al sustrato rocoso de Villa del Mar y las otras dos se hallaban asentadas en la escollera de Puerto Rosales (Tabla 2).



Figura 3- Ejemplares de *Crassostrea gigas* hallados en el estuario de Bahía Blanca, sur de la provincia de Buenos Aires (foto tomada por S. M. Fiori).

De acuerdo al rango de crecimiento de la ostra del Pacífico en las restingas de Bahía Anegada, el 60% de las ostras encontradas habrían sido reclutadas durante 2007, el 30% en 2008 y el 10% restante serían de reclutamientos previos a 2006. No se registraron reclutas de 2010, ni individuos que puedan asignarse al reclutamiento de 2009 (Figura 4).

Sobre las valvas de las ostras se encontraron únicamente cirripedios Balanidae. En promedio se registraron 100,5 ± 47,6 individuos por valva de la especie *Amphibalanus amphitrite* en las ostras asentadas en Villa del Mar y 13,1 ±16,7 individuos por valva de la especie *Balanus glandula* para las de Puerto Rosales.

Tabla 2 – Valores del largo, ancho y alto de las valvas y el peso húmedo total de *Crassostrea gigas* colectados en el estuario de Bahía Blanca (N =28).

Villa del Mar	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Peso Húmedo(g)
Mínimo	76.27	65.76	24.18	81.00
Máximo	148.09	107.06	52.87	655.70
Promedio	113.75 ± 22.32	84.83 ± 13.51	42.30 ± 9.48	349.61 ± 174.50

Puerto Rosales	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Peso Húmedo (g)
Mínimo	65.11	47.99	30.39	53.70
Máximo	150.18	101.54	50.00	678.80
Promedio	103.31 ± 26.86	77.11 ± 18.82	33.46 ± 9.34	253.68 ± 202.02

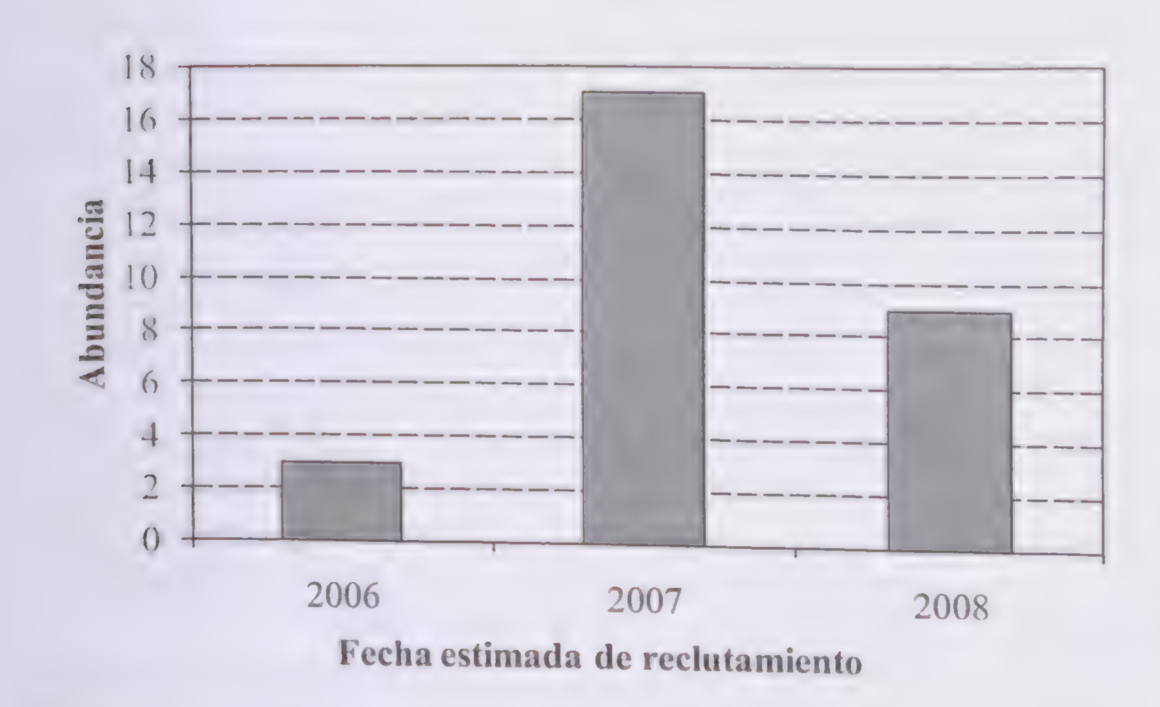


Figura 4- Fecha de reclutamiento posible de los ejemplares de *Crassostrea gigas* colectados en el estuario de Bahía Blanca.

Discusión

El rango de distribución actual de *C. gigas* en la Argentina es incierto, aunque existen evidencias para afirmar que está en expansión. A casi 30 años de su introducción, éste es el tercer reporte que documenta la presencia de la ostra del Pacífico fuera de Bahía Anegada. Se han registrado otros dos asentamientos de *C. gigas*, uno en San Clemente del Tuyú (norte de la provincia de Buenos Aires), cerca del área donde en 1998 y 1999 se trasplantaron ostras para acuicultura experimental y que posteriormente fueron abandonadas (Giberto *et al.*, en prensa) y otro en el Balneario El Cóndor, adyacente al estuario del Río Negro (norte de Patagonia), 90 km al sur de Bahía Anegada (González *et al.*, 2005) (Figura 1). Entre 1998 y 1999, la especie fue trasplantada como semilla a tres ambientes de la Provincia de Santa Cruz (entre los 46° y 51° S, sur de Patagonia). Hasta el presente no se ha informado si la especie invadió allí ambientes naturales (Orensanz *et al.*, 2002). Estudios recientes sugieren que el limite sur de establecimiento de *C. gigas* en la Argentina podría extenderse a lo largo de la costa patagónica hasta los 47 ° S (Carrasco & Barón, 2009; Castaños *et al.*, 2009).

Las ostras exóticas encontradas en el estuario de Bahía Blanca podrían haber sido introducidas al sistema a través de la dispersión natural de larvas, ya que no se han encontrado evidencias de transporte o trasplante intencional de ejemplares. Los individuos se hallaron cementados al sustrato donde fueron colectados y los epibiontes adheridos a sus valvas se corresponden con los organismos presentes en cada una de las comunidades bentónicas locales, donde *B. glandula* y *A. amphitrite* son las especies dominantes en Puerto Rosales y Villa del Mar respectivamente (Fiori & Bieczynski, 2009; Fiori *et al.*, 2009). Por el momento, el único banco conocido que puede actuar como emisor de larvas es el de Bahía Anegada, ubicado unos 100 km al sur del estuario de Bahía Blanca. Sin embargo, la zona costera entre ambos ambientes aún no ha sido explorada y no puede descartarse que existan otros asentamientos de *C. gigas* al norte de Bahía Anegada que pudieran actuar como puentes, de modo similar al propuesto en el modelo de dispersión de especies comentado por Stenzel (1971). De acuerdo al estudio de crecimiento de ostras sobre restingas y sustratos artificiales de Bahía Anegada (Bonel *et al.*, 2004; dos Santos, obs. pers.), los ejemplares encontrados dentro del estuario de Bahía Blanca habrían reclutado entre 2007 y 2008, lo cual estaría en concordancia con los pulsos de emisión de larvas con reclutamiento exitoso de entre dos y tres años propuesto para la población de Bahía Anegada y cuyo último reclutamiento masivo previo a 2006 ocurrió en 2004 (Borges, 2006).

Existen antecedentes de expansión y naturalización en varios de los ambientes donde *C. gigas* ha sido introducida, incluso en ecosistemas donde se asumía que la especie no prosperaría debido a que la temperatura del mar no permitiría su reproducción exitosa. Quizás uno de los mejores documentados es la invasión al Mar de Wadden (Reise, 1998; Diederich, 2005; Nehls & Buttger, 2007; Wang *et al.*, 2007, Smaal *et al.*, 2009, Troost *et al.*, 2009). Desde su introducción en Texel (Holanda) en 1983 (Nehring, 2006a) y la Isla de Sylt (Alemania) en 1986 (Reise, 1998), la especie se ha expandido lentamente, en pulsos relacionados con veranos particularmente cálidos, hasta establecer poblaciones en diversos puntos de la costa de Alemania (Diederich, 2005), Holanda (Drinkwaard, 1999; Smaal *et al.*, 2009; Troost *et al.*, 2009) y Dinamarca (Diederich, 2005; Wang *et al.*, 2007). Por el contrario, en Brasil se consideraba que la temperatura del agua del mar era muy alta para permitir el asentamiento de una población estable de *C. gigas* fuera de la zona de cultivos ubicada en Santa Catarina. Sin embargo, estudios recientes indican que *C. gigas* se ha naturalizado estableciéndose en los arrecifes de las ostras nativas *C. brasiliana* y *C. rhizophorae*. Se cree que la selección de ostras para semilla por parte de los criaderos locales ha favorecido a aquellos fenotipos más resistentes a las altas temperaturas, lo cual ha promovido la invasión de *C. gigas* (Melo *et al.*, 2009).

La ostra del Pacífico tolera una gama amplia de condiciones ambientales (Shatkin *et al.* 1997). El rango salino óptimo en el que se desarrolla esta especie varía entre 20 y 25 ‰ aunque puede sobrevivir en

salinidades superiores a 35 ‰ (Park *et al.* 1989; Miossec *et al.* 2009). Son capaces de crecer en ambientes donde la temperatura del agua varía de 4 a 35 °C y sobrevivir a temperaturas de hasta -5°C, aunque para la maduración sexual, el desove y el desarrollo larval necesitan un umbral térmico superior a los 17 °C durante toda la época estival (Nehring, 2006b; Castaños *et al.*, 2009). El régimen térmico y salino del estuario de Bahía Blanca podría ser adecuado para el establecimiento de esta especie. En el sector interno del estuario las salinidades varían entre 15 ‰ durante los períodos lluviosos, a 30 ‰ en los períodos secos (Piccolo *et al.*, 1997). La temperatura del agua local oscila entre 6,8 °C y 9,5 °C en invierno, y entre 21,5 °C y 25,7 °C durante el verano, con un patrón de ascenso y descenso suave (Marcovecchio, 2000). Además, como ya se ha documentado para *C. gigas* en otros ecosistemas, la presencia de cirripedios, que dominan casi todos los sustratos duros naturales y artificiales dentro del estuario, pueden representar un estímulo adicional para el asentamiento de las larvas (Diederich, 2005).

Los fondos duros naturales y artificiales, hábitat primario de la ostra del Pacifico, están confinados a unos pocos sectores dentro del estuario de Bahía Blanca. Sin embargo, se ha documentado que esta especie es capaz de establecerse en zonas fangosas y arenosas cuando el hábitat preferido es escaso (Quayle, 1988, Mann *et al*, 1991, Borges, 2006). Dado el alto grado de adaptación de esta especie y su capacidad de expansión, los intermareales de fondos blandos, que representan el 65% de la superficie total del estuario y son zonas de relevancia para la conservación de la biodiversidad local, serían susceptibles de ser invadidos por esta especie (Bremec *et al.*, 2004; Elías, 1985, 1992; Elias *et al.*, 2004; Isacch *et al.*, 2006; Petracci & Delhey, 2005). La presencia de *C. gigas* en el estuario de Bahía Blanca, aunque incipiente, es preocupante. Esto se debe no sólo al impacto a nivel local que podría provocar el establecimiento masivo de la especie, sino por la posible expansión hacia otros lugares vectorizada por las diversas embarcaciones nacionales e internacionales que transitan el lugar.

Se ha propuesto que la medida de manejo más apropiada para controlar a *C. gigas* en su fase inicial de asentamiento, es la destrucción manual de las ostras detectadas y el monitoreo periódico de las zonas susceptibles de ser invadidas (Guy & Robert, 2010). Los sectores más vulnerables dentro del estuario de Bahía Blanca, que deberían monitorearse periódicamente en busca de otros asentamientos de *C. gigas*, son los sustratos duros artificiales y naturales, así como las marismas y planicies de marea con conchillas fósiles. La detección temprana de esta especie ofrece una oportunidad única de éxito en el control a nivel local.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Dr. Walter Melo por la realización de los mapas. y los comentarios de tres revisores anónimos. Este trabajo fue financiado por PGI 24/ZB40 otorgado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Sur.

REFERENCIAS

Aliotta, S.; Spagnuolo, J. O.; Farinati, E. A. 2009. Origen de una roca de playa en la región costera de Bahía Blanca, Argentina. Pesquisas em Geociências 36(1): 107-116.

Bonel, N.; Borges, M. E.; Cazzaniga, N.; Dos Santos, E. P. 2004. Crecimiento y mortalidad de ostras en sustratos artificiales de Bahía Anegada, Provincia de Buenos Aires. *In*: Resúmenes de la II Reunión Binacional de Ecología & XI Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile & XXI Reunión Argentina de Ecología, Mendoza, Argentina. 429 p.

Borges, M. E. 2006. Ecología de las ostras en ambientes del sur bonaerense: cultivo y manejo de sus poblaciones. Tesis de Doctor en Biología. Universidad Nacional del Sur (Argentina). 247 p.

Bremec, C. S.; Martínez, D.; Elias, R. 2004. Asociaciones bentónicas de fondos duros y comunidades incrustantes. *In*: Piccolo, M. C.; Hoffmeyer, M. (eds). Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. Bahía Blanca, Instituto Argentino de Oceanografía. Pp. 171-178.

Carrasco, M. F.; Baron, P. J. 2009. Analysis of the potential geographic range of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) based on surface seawater temperature satellite data and climate charts: the coast of South America as a study case. Biological Invasions 12(8): 2597-2607.

Castaños, C.; Pascual, M.; Pérez Camacho, A. 2009. Reproductive biology of the nonnative oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), as a key factor for its successful spread along the rocky shores of northern Patagonia, Argentina. Journal of Shellfish Research 28(4): 837–847.

Castellanos, Z. J. A. 1957. Contribución al conocimiento de las especies de ostras del litoral argentino (*Ostrea puelchana* y *O. spreta*). Publicación. s.n. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Departamento de Investigaciones Pesqueras, Buenos Aires. Argentina. 44 p.

Castellanos, Z. J. A. 1968. Aclaraciones sobre las ostras argentinas (Pelec. Ostreidae). Neotrópica 14 (45):132-133.

Diederich, S. 2005. Invasion of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) in the Wadden Sea: competitive advantage over native mussels. Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität, PhD Thesis, Kiel, Germany: 151 p.

Drinkwaard, A. C. 1999. Introductions and developments of oysters in the North Sea area: a review. Helgoland Meersunters 52: 301-308.

Elías, R. 1985. Macrobentos del estuario de Bahía Blanca. I: Mesolitoral. Spheniscus 1: 1-33.

Elías, R. 1992. Inventario del macrobentos infaunal del estuario de Bahía Blanca. I: Poliquetos. Neotrópica 38 (100): 86-95.

Elías, R.; Iribarne, O. O.; Bremec, C. S.; Martínez, D. 2004. Comunidades bentónicas de fondos blandos. *In*: Piccolo, M. C.; Hoffmeyer, M. (eds). Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. Bahía Blanca, Instituto Argentino de Oceanografía. Pp. 179-190.

Escapa, M.; Isacch, J. P.; Daleo, P., J. Alberti; Iribarne, O.; Borges, M.; Dos Santos, E. P.; Galiardini, D.; Lasta, M. 2004. The distribution and ecological effects of the invasive Pacific Oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in Northern Patagonia. Journal Shellfish Research 23: 765-772.

FAO Fisheries Global Information System. 2010. 200-2009. Species fact sheets. *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). http://www.fao.org/fishery/species/3514/en.

Fiori, S. M.; Bieczynski, F. 2009. Cirripedios exóticos en el estuario de Bahía Blanca. *In*: Actas de las V Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. Sección: Ambientes y recursos naturales del sudoeste bonaerense. Bahía Blanca. EDIUNS: 421-432.

Fiori, S. M.; Casalini, A.; Bieczynski, F. 2009. Dinámica poblacional del cirripedio *Balanus amphitrite* en el estuario de Bahía Blanca. *In*: VII Jornadas de Ciencias del Mar. Bahía Blanca, Buenos Aires. Libro de resúmenes, sección: Biología y Ecología Marina. P. 269.

Giberto, D. A.; Bremec, C. S.; Schejter, L.; Escolar, M.; Souto, V.; Schiariti, A.; Dos Santos, E. P. (en prensa). La ostra del pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) en la provincia de Buenos Aires: reclutamientos naturales en Bahía Samborombón. Informe Técnico INIDEP.

Gonzalez, R.; Navarte, M.; Morsan, E. 2005. Antecedentes de la presencia de la ostra cóncava o del Pacífico *C. gigas* en el litoral de la Provincia de Río Negro. Seminario-Taller: La problemática de las especies exóticas y la biodiversidad. Viedma, Río Negro. http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PCCGDBM/File/EspeciesExoticas2006Imprmir.pdf

Guy, C.; Robert, D. 2010. Can the spread of non-native oysters (*Crassostrea gigas*) at the early stages of population expansion be managed? Marine Pollution Bulletin 60: 1059-1064.

Isacch, J. P. C.; Costa S. B.; L. Rodríguez-Gallego; D. Conde; M. Escapa; D. A. Gagliardini & Iribarne O.O. 2006. Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast. Journal of Biogeography 33:888-900.

Mann, R.; Burreson, E. M.; Baker, P. K. 1991. The decline of the Virginia oyster fishery in Chesapeake Bay: considerations for introduction of a non-endemic species, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). Journal Shellfish Research 10 (2):379-388.

Marcovecchio, J. 2000. Estudio de la calidad del agua en la ría de Bahía Blanca 2° etapa). Informe Final, Instituto Argentino de Oceanografía, Bahía Blanca: 53 p. Inédito.

Melo, C. M. R.; Silva, F. C.; Gomes, C. H. A. M.; Sole-Cava, A. M.; Lazoski, C. 2009. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. Biological Invasions 12(3): 441-449.

Miossec, L.; Le Deuff, R. M.; Goulletquer, P. 2009. Alien species alert: *Crassostrea gigas* (Pacific oyster). ICES Cooperative Research Report N° 299. 42 p.

Molnar, J. L.; Gamboa, R. L.; Revenga, C.; Spalding, M. D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. Frontiers in Ecology and Environment 6(9):485-492.

Nehls, G.; Buttger, H. 2007. Spread of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* in the Wadden Sea: causes and consequences of a successful invasion. Harbansis report. Wilhelmshaven: The Common Wadden Sea Secretariat. 54 p.

Nehring, S. 2006 a. Four arguments why so many alien species settle into estuaries, with special reference to the German river Elbe. Helgoland Marine Research 60: 127-134.

Nehring, S. 2006 b. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Crassostrea gigas.* – From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species - NOBANIS www.nobanis.org, Fecha de acceso 23/08/2010.

Orensanz, J. M.; Schwindt, E.; Pastorino, G.; Bortolus, A.; Casas, G.; Darrigran, G.; Elias, R.; Lopez Gappa, J. J.; Obenat, S.; Pascual, M. S.; Penchaszadeh, P.; Piriz, M. L.; Scarabino, F.; Spivak, E. D.; Vallarino, E. A. 2002. No longer the pristine confines of the world ocean: a survey of exotic marine species in the southwestern Atlantic. Biological Invasions 4(1-2): 115-143.

Park, B. H.; Park, M. S.; Kim, B. Y.; Hur, S. B.; Kim, S. J. 1989. Culture of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in the Republic of Korea. Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/86/024) Fisheries and Aquaculture Department. FAO Report. 74 p.

Petracci, P. F.; Delhey, K. J. V. 2005. Guía de las aves marinas costeras de la ría de Bahía Blanca. 95 p.

Piccolo, M.C.; Perillo, G.M.E. & Arango, J.M. 1997. Hidrografía del estuario de Bahía Blanca, Argentina. Revista Geofisica (26): 75-89.

Quayle, D. B. 1988. Pacific oyster culture in British Columbia. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences 218:1-241.

Reise, K. 1998. Pacific oyster invade mussel beds in the European Wadden Sea. Senckenbergiana maritima 28(4/6): 167-175.

Ruesnik, J. L.; Lenihan, H. S.; Trimble, A. C.; Heiman, K. W.; Micheli, F.; Byers, J. E.; Kay, M. C. 2005. Introduction of non-native oysters: ecosystem effects and restoration implications. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 36: 643-689.

Shatkin, G. S.; Shumway, S. E.; Hawes, R. 1997. Considerations regarding the possible introduction of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) to the Gulf of Maine: a review of a global experience. Journal of Shellfish Research 16:463-477.

Smaal, A. C.; Kater, B. J.; Wijsman, J. 2009. Introduction, establishment and expansion of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in the Oosterschelde (SW Netherlands). Helgoland Marine Research 63:75-83.

Stenzel, H. B. 1971. Oysters. En: MOORE, R.C. Treatise on Invertebrate Paleontology. The Geology Socitety of America, Inc. and The University of Kansas. Kansas. Vol. 3: 953-1224.

Troost, K. 2010. Causes and effects of a highly successful marine invasion: Case-study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries. Journal of Sea Research 64: 145-165.

Troost, K.; Gelderman, E.; Kamermans, P.; Smaal, A. C.; Wolff, W. J. 2009. Effects of an increasing filter feeder stock on larval abundance in the Oosterschelde estuary (SW Netherlands). Journal of Sea Research 61:153-164.

Wang, J.; Chistoffersen, K.; Buck, S.; Tao, Y. 2007. The Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in the Isefjord, Denmark. Department of Environmental, Social and Spacial Change, Roskilde University, Roskilde, p 49.

Wehrmann, A.; Herlyn, M.; Bungestock, F.; Millat, G. 2000. The distribution gap is closed - first record of naturally settled pacific oyster *Crassostrea gigas* in the east frisian Waden Sea, North Sea. Senckerbergiana maritima, 30 3/6): 153-160.

Recibido: 17 de setiembre de 2010

Aceptado: 6 de diciembre de 2010

GUÍA PARA LOS AUTORES

Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay es el órgano oficial de divulgación científica de la Sociedad Malacológica del Uruguay; se publica anualmente desde 1961, y recibe artículos referidos a cualquier aspecto del Phylum Mollusca, preferentemente de América del Sur. Se aceptan colaboraciones nacionales y extranjeras en los idiomas castellano, portugués o inglés.

Todas las contribuciones presentadas deberán poderse encuadrar en alguna de las siguientes categorías: **TRABAJO ORIGINAL** (artículo original, artículo breve, comunicación corta, artículo técnico), **REVISIÓN** (revisión temática, bibliográfica o histórica; nota biográfica) u **OPINIÓN** (editorial, carta al editor, comentario, crítica de libro), aceptándose también monografías. Al presentar un trabajo los autores indicarán el tipo de contribución en que lo encuadran, y la estructura del manuscrito deberá ser acorde al mismo.

Excepto las revisiones bibliográficas, las contribuciones originales deberán contener un resumen en inglés ("abstract") y excepto las comunicaciones cortas, artículos breves y revisiones bibliográficas, otro en español o portugués, de acuerdo al idioma en que esté escrito el trabajo. Título, palabras clave y leyendas de las figuras de los trabajos en español o portugués deberán presentarse también en inglés. Básicamente, las partes integrantes del manuscrito serán, en este orden y comenzando cada una en una nueva página: ***portada*** (primera página) con título del trabajo, nombre completo de los autores, su filiación institucional y dirección electrónica del autor principal; ***resumen*** (no más de 250 palabras) y palabras clave (no más de cinco); ***texto*** (estructura IMRyD en artículos de investigación; las unidades deberán estar expresadas en el Sistema Internacional de Medidas) y agradecimientos; ***referencias bibliográficas***. El estilo de presentación de las ***referencias bibliográficas*** en el caso de documentos impresos deberá seguir los criterios ISO 690:1987 (12ª ed.), y en el caso de documentos electrónicos la norma ISO 690-2. La nomenclatura deberá ajustarse al Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (4ª ed., 1999). Las imágenes digitales deberán tener una resolución mínima de 250 ppp (dpi) en el tamaño máximo de su versión impresa, que no podrá superar los 20 x 15 cm; pueden presentarse en color, blanco y negro o en tonos de gris. La impresión de imágenes en color deberá ser costeada por el autor.

Presentación de las contribuciones. Los trabajos podrán ser enviados por correo electrónico (archivos anexos en formato .rtf o .doc para textos, .tiff, .png o .jpg para imágenes) a cualquiera de los integrantes del Comité Editor, o bien por correo postal (dos copias impresas a doble espacio, en tamaño carta) a la Casilla de Correo N° 1401, CP 11.000, Montevideo, Uruguay. Al enviar el trabajo, el autor responsable puede sugerir dos o más revisores externos.

Política y procedimientos editoriales. El envío de un manuscrito implica que todos sus autores conocen y aprueban su presentación para ser publicado en las CSMU, y que no ha sido publicado previamente ni está siendo simultáneamente enviado a otra revista. El Comité Editor se reserva la decisión de aceptar los artículos, así como el orden de publicación de los mismos. Las contribuciones son evaluadas por el Comité Editor y sometidas a arbitraje por revisores invitados; los trabajos originales y las revisiones son arbitrados por un mínimo de dos revisores externos.

La Sociedad Malacológica del Uruguay sostiene una política de máxima difusión y acceso a la información, siendo los trabajos publicados paralelamente en versiones impresa y electrónica, sin cargo alguno para sus autores, y quedando libremente disponibles a texto completo en el sitio web de la SMU o en otros sitios debidamente autorizados. Los autores pueden incluir sus artículos en las páginas web personales o de la institución a la que pertenecen, siempre y cuando se cite claramente la fuente.

Las instrucciones completas para la presentación de trabajos a publicar en las CSMU están disponibles en el Vol. 9(89): 79-86.

COMUNICACIONES DE LA SOCIEDAD MALACOLÓGICA DEL URUGUAY

Volumen 9 N° 93 2010

ÍNDICE